



**Universidade de  
Aveiro**

**2015/2016**

Departamento de Química

**Flávia de Jesus Morais    Desenvolvimento de produtos de doçaria  
tradicional dirigidos ao consumo por  
diabéticos**





**Universidade de  
Aveiro**

**2015/2016**

Departamento de Química

**Flávia de Jesus Morais    Desenvolvimento de produtos de doçaria  
tradicional dirigidos ao consumo por  
diabéticos**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Bioquímica, realizada sob a orientação científica da Doutora Iola Duarte, Investigadora Principal, CICECO – Instituto de Materiais de Aveiro, UA e da Engenheira Ana Belo, Controlo de Qualidade, Fabridoce – Doces Regionais Lda.



“Escolha um trabalho que você ama e você nunca terá que trabalhar um dia sequer em sua vida.”

Confúcio



## **o júri**

Presidente

**Professor Doutor Pedro Miguel Dimas Neves Domingues**

Professor Auxiliar do Departamento de Química da Universidade de Aveiro

Vogais

**Doutora Cláudia Sofia Cordeiro Nunes**

Pós-Doutorada do Departamento de Química da Universidade de Aveiro  
(Arguente)

**Doutora Iola Melissa Fernandes Duarte**

Investigadora Principal, CICECO – Instituto de Materiais de Aveiro da Universidade de Aveiro (Orientadora)





## **Agradecimentos**

Aos meus pais por terem sempre acreditado em mim e terem demonstrado imenso apoio ao longo de toda a minha vida.

À minha irmã que é a minha inspiração.

À Doutora Iola Duarte por toda a disponibilidade, apoio e orientação.

À Engenheira Ana Belo e à Engenheira Cristina Fonseca por me terem recebido muito bem, me fazerem sentir em casa, por todo o apoio concedido durante o desenvolvimento da tese e por todo o conhecimento que me transmitiram.

À Dona Estela e ao Engenheiro Rui por me terem recebido e por me terem concedido a oportunidade de aprendizagem num ambiente empresarial.

Aos colaboradores da Fabridoce por toda a disponibilidade prestada durante o meu estágio e pela simpatia.

Por fim, um agradecimento aos amigos de longa data que me animaram e deram força e aos amigos da universidade que levo para a vida.



## **palavras-chave**

Diabetes, adoçantes, polióis, maltitol, pão-de-ló, gelado

## **resumo**

A presente dissertação enquadra-se na realização de um estágio na empresa Fabridoce-Doces Regionais Lda, que teve como principais objetivos: 1) fazer um levantamento nutricional dos produtos da empresa; 2) desenvolver produtos de doçaria dirigidos ao consumo por diabéticos, a partir da reformulação de produtos atualmente produzidos pela Fabridoce.

De forma a contextualizar o assunto, começa-se, no capítulo I, por definir a diabetes e descrever o papel da alimentação nesta patologia. Em particular, aborda-se a utilização dos edulcorantes como substitutos do açúcar, referindo-se os vários tipos, bem como as principais vantagens e desvantagens associadas a cada um destes produtos. É também abordada a legislação que enquadra as alegações nutricionais e a rotulagem dos alimentos.

No capítulo II, apresenta-se alguma informação genérica sobre a empresa Fabridoce – Doces Regionais Lda., onde este estágio foi realizado.

O capítulo III apresenta uma compilação das análises nutricionais dos diversos produtos da empresa, analisando-se estes valores à luz da respetiva legislação, de modo a avaliar a existência de funcionalidades passíveis de serem especificadas na rotulagem. Através desta avaliação, verificou-se que nenhum dos produtos já fabricados poderia conter a alegação “sem açúcar”.

Assim, no capítulo seguinte é apresentado todo processo de desenvolvimento de pão-de-ló sem açúcar, que incluiu diversos passos: escolha do adoçante; desenvolvimento do produto; análises sensoriais, nutricionais e microbiológicas; gestão e acompanhamento da ficha de inovação e ficha técnica; elaboração do circuito; e revisão do HACCP. O pão-de-ló desenvolvido com maltitol apresentou características sensoriais atrativas e as análises nutricionais comprovaram que este não continha açúcares, sendo portanto adequado ao consumo por diabéticos.

No capítulo V, apresenta-se o desenvolvimento de quatro gelados sem açúcar: chocolate, leite-creme, mirtilo com framboesa e sorvete de ananás. Destes quatro apenas dois, o de chocolate e o sorvete de ananás apresentaram propriedades sensoriais atrativas, sendo os mais indicados para desenvolvimento futuro.

Finalmente, no capítulo VI, apresentam-se as conclusões e perspetivas futuras.



**keywords**

Diabetes, sweeteners, polyols, maltitol, sponge cake, ice-cream

**abstract**

This thesis was produced within an internship carried out at the company Fabridoce – Doces Regionais Lda., with the following main aims: 1) to perform a nutritional survey of the company products; 2) to develop confectionary products targeted for diabetics, based on the reformulation of products currently produced by Fabridoce.

In order to introduce the subject, in chapter I, diabetes is defined and the role of food in this pathology is described. In particular, the use of sweeteners in the replacement of sugar is addressed and the different types of common sweeteners, their advantages and disadvantages, are described.

In chapter II, the company Fabridoce – Doces Regionais Lda. is presented.

Chapter III presents a compilation of nutritional analyses of the various company products, and their comparison to reference values in the respective legislation, in order to assess the existence of features amenable to specification upon labeling. Through this assessment, it was found that none of the products could contain the claim “sugar-free”.

In chapter IV, the development of sponge cake without sugar is presented. The various steps of this process included: choice of sweetener; product development; sensory, nutritional and microbial analysis; management and monitoring the innovation form and technical form; elaboration of the circuit; and review of HACCP. The sponge cake developed with maltitol presented attractive sensory characteristics and the nutritional analyzes confirmed that it contained no sugars.

Chapter V presents the development of four sugar-free ice creams: chocolate, custard, blueberry with raspberry and pineapple sorbet. Of these four only two, the chocolate ice cream and the pineapple sorbet, presented attractive sensory properties, thus having been selected for future development.

Finally, in chapter VI, the general conclusions and future perspectives are presented.



## **Índice**

<b>Siglas e Abreviaturas</b>	<b>iii</b>
<b>Índice de Figuras</b>	<b>v</b>
<b>Índice de Tabelas</b>	<b>v</b>
<b>Capítulo I – Introdução</b>	<b>1</b>
1. Contextualização e objetivos	1
2. Diabetes <i>mellitus</i> : definição e tipos	2
3. Diabetes e alimentação	5
4. Diabetes e a utilização de edulcorantes	9
4.1. Açúcares Alcoólicos	10
4.2. Adoçantes não-nutritivos	13
5. Legislação relevante sobre rotulagem e alegações nutricionais e de saúde e dos alimentos	19
<b>Capítulo II – Apresentação da Entidade de Acolhimento</b>	<b>25</b>
<b>Capítulo III – Levantamento Nutricional dos Produtos da Fabridoce</b>	<b>27</b>
<b>Capítulo IV – Desenvolvimento de Pão-de-ló Sem Açúcar</b>	<b>31</b>
1. Escolha do adoçante	31
2. Desenvolvimento do pão-de-ló húmido sem açúcar	33
3. Análises sensoriais	34
4. Análises Nutricionais e Microbiológicas	38
5. Gestão e acompanhamento da Ficha de Inovação e da Ficha Técnica	39

<b>6. Circuito de produção do pão-de-ló com Maltitol</b>	<b>40</b>
<b>7. Revisão do HACCP</b>	<b>41</b>
<b>Capítulo V – Desenvolvimento de Gelados sem açúcar</b>	<b>46</b>
<b>1. Escolha do adoçante</b>	<b>46</b>
<b>2. Preparação dos gelados</b>	<b>47</b>
<b>3. Análises Sensoriais</b>	<b>49</b>
<b>4. Estudo do descongelamento do gelado</b>	<b>50</b>
<b>Capítulo VI – Conclusões e Perspetivas Futuras</b>	<b>54</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>56</b>
<b>Anexos</b>	<b>64</b>



## **Siglas e Abreviaturas**

	<b>Inglês</b>	<b>Português</b>
<b>ADI</b>	Acceptable daily intake	Valores de consumo diários aceitáveis
<b>ATP</b>	Adenosine triphosphate	Adenosina Trifosfato
<b>FA</b>	Fatty acids	Ácidos gordos
<b>FDA</b>	Food and Drug Administration	Agência americana de controlo de alimentos e fármacos
<b>FOS</b>	Fructooligosaccharides	Frutooligossacarídeos
<b>GAD</b>	Glutamic Acid Decarboxylase	Ácido Glutâmico Descarboxilase
<b>GPM</b>	$\alpha$ -D-glucopyranosyl-[1-6]-D-sorbitol	$\alpha$ -D-glucopiranosil-[1-6]-D-manitol
<b>GPS</b>	$\alpha$ -D-glucopyranosyl-[1-6]-D-mannitol	$\alpha$ -D-glucopiranosil-[1-6]-D-manitol
<b>GRAS</b>	Generally recognized as safe	Geralmente reconhecido como seguro
<b>IAPP</b>	Islet amyloid polypeptide	Polipéptido amiloide dos ilhéus
<b>NADH</b>	Nicotinamide adenine dinucleotide	Dinucleótido de nicotinamida e adenina
<b>NADPH</b>	Nicotinamide adenine dinucleotide phosphate	Fosfato de dinucleótido de nicotinamida e adenina
<b>PUFA</b>	Polyunsaturated fatty acids	Ácidos gordos poliinsaturados
<b>SCFA</b>	Short chain fatty acids	Ácidos gordos de cadeia curta



## **Índice de Figuras**

<b>Figura 1</b> - Fluxograma do processo de produção do pão-de-ló húmido sem açúcar e respetiva descrição do processo. MP- Matéria-prima.	34
<b>Figura 2</b> - Registo fotográfico da massa do pão-de-ló com Maltitol antes da cozedura. A) Sem caramelos. B) Com caramelos.	36
<b>Figura 3</b> – Registos fotográficos do pão-de-ló húmido. A) Original. B) Com Maltitol (sem caramelos). C) Com maltitol (com caramelos).	36
<b>Figura 4</b> – Questionário utilizado nas provas cegas do pão-de-ló.	37
<b>Figura 5</b> - Circuito de produção do pão-de-ló com Maltitol	41
<b>Figura 6</b> - Sequência lógica para aplicação do HACCP.	42
<b>Figura 7</b> - Fluxograma do processo de produção de gelados e sorvetes. Castanho – Gelado de Chocolate. Vermelho – Gelado de Leite-Creme. Azul – Gelado de Mirtilo com Framboesa. Amarelo – Sorvete de Ananás	49
<b>Figura 8</b> - Registo fotográfico dos gelados sem açúcar. A) Gelado de Chocolate. B) Gelado de Leite-Creme. C) Gelado de Mirtilo com Framboesa. D) Sorvete de Ananás.	50
<b>Figura 9</b> - Estudo do descongelamento dos gelados a uma temperatura ambiente de 13,5°C. A1) Gelado de Chocolate Fabridoce. A2) Gelado Chocolate com maltitol. B1) Gelado de Leite-Creme Fabridoce. B2) Gelado de Leite-Creme com maltitol. C1) Gelado de Mirtilo com Framboesa Fabridoce. C2) Gelado de Mirtilo com Framboesa com maltitol. D1) Sorvete de Ananás Fabridoce. D2) Sorvete de Ananás com Maltitol.	51

## **Índice de Tabelas**

<b>Tabela 1</b> - Fórmulas de estrutura de diferentes açúcares alcoólicos (Póliois), respetivas calorias e comparação da sua doçura com a sacarose (4kcal/g, doçura = 1).	11
<b>Tabela 2</b> - Fórmulas de estrutura de diferentes açúcares não-nutritivos, respetivas calorias e comparação da sua doçura com a sacarose (4 kcal/g, doçura = 1).	15
<b>Tabela 3</b> - Alegações nutricionais e condições a que se aplicam.	20
<b>Tabela 4</b> - Gammas de Produtos e principais produtos da Empresa Fabridoce – Doces Regionais Lda.	26
<b>Tabela 5</b> - Valores nutricionais dos produtos da empresa Fabridoce – Doces Regionais Lda.	27
<b>Tabela 6</b> - Análise nutricional do pão-de-ló original e do pão-de-ló com Maltitol.	38
<b>Tabela 7</b> - Resultado das análises microbiológicas do pão-de-ló com Maltitol.	39



# **Capítulo I – Introdução**

## **1. Contextualização e objetivos**

Nos últimos anos tem-se verificado um aumento do diagnóstico da diabetes em Portugal, sendo que o número de novos casos diagnosticados subiu de 38 988 no ano 2000 para 54 167 em 2014. Nesse mesmo ano, 40,3% da população portuguesa entre os 20 e os 79 anos apresentava diabetes ou hiperglicemia. Em 2014, 4,0% das mortes em Portugal tiveram como causa a diabetes *mellitus*<sup>1</sup>. Ao mesmo tempo, há um crescente conhecimento desta patologia por parte dos cidadãos e uma maior consciencialização sobre a necessidade de manter uma alimentação saudável e equilibrada, de modo a prevenir patologias como a diabetes. Neste sentido, a procura por parte dos consumidores de produtos com baixo teor de açúcares ou mesmo sem açúcar, que possam ser consumidos também por diabéticos, sem prejuízo do controlo da glicémia, tem aumentado. As empresas têm procurado dar resposta a esta procura desenvolvendo produtos que permitam diminuir as restrições alimentares e alargar as escolhas alimentares de pessoas que precisem de diminuir o consumo de açúcares, como os diabéticos.

O presente trabalho, realizado no âmbito de um estágio na empresa Fabridoce – Doces Regionais Lda, teve como principais objetivos: 1) fazer um levantamento nutricional dos produtos da empresa; 2) desenvolver produtos de doçaria dirigidos ao consumo por diabéticos, a partir da reformulação de produtos atualmente produzidos pela Fabridoce. Mais especificamente, o trabalho desenvolvido ao longo deste estágio incluiu: a averiguação das potenciais propriedades funcionais dos produtos já existentes; a pesquisa de matérias-primas necessárias/específicas para o desenvolvimento dos produtos pretendidos; a gestão e acompanhamento de experiências/ensaio; a gestão e acompanhamento da ficha de inovação de produto.

Neste primeiro capítulo, serão introduzidos alguns conceitos e conhecimentos que servem de base ao trabalho realizado. Em particular, apresentar-se-á a diabetes e a importância da alimentação no seu controlo, e dar-se-á informação sobre os edulcorantes e como estes podem ser utilizados na substituição de açúcares. Por fim, far-se-á um resumo

da legislação relevante sobre a rotulagem e alegações nutricionais e de saúde dos alimentos, informação útil para o cumprimento de ambos os objetivos deste trabalho.

## **2. Diabetes *mellitus*: definição e tipos**

A diabetes *mellitus* consiste num grupo de doenças metabólicas caracterizadas por hiperglicemia crónica com distúrbios no metabolismo dos hidratos de carbono, dos lípidos e das proteínas, cuja origem se deve a defeitos ao nível da secreção e/ou ação da insulina <sup>2</sup>. A hiperglicemia crónica provoca danos a longo prazo, nomeadamente disfunção e insuficiência de diversos órgãos (olhos, rins, coração), bem como dos nervos e vasos sanguíneos. A diabetes *mellitus* apresenta alguns sintomas característicos como a sede, poliúria, visão turva, perda de peso, aumento da fome e infeções recorrentes <sup>3</sup>. Na sua forma mais severa, pode provocar sonolência, elevados níveis de glicosúria (presença de glucose na urina), cetoacidose (acumulação de corpos cetónicos no sangue ocorrendo diminuição do pH) e um estado hiperglicémico hiperosmolar (aumento da osmolaridade sanguínea devido ao aumento de glucose sanguínea), que, por sua vez, podem originar entorpecimento (inconsciência parcial com suspensão da atividade física e psíquica), coma e, na ausência de um tratamento efetivo, morte. No entanto, é frequente que os sintomas sejam subtis ou mesmo inexistentes, pelo que a doença pode permanecer não diagnosticada durante um longo período de tempo, levando a diferentes alterações patológicas e funcionais. A longo prazo, esta patologia pode desenvolver complicações específicas, por exemplo, retinopatia com potencial cegueira, nefropatia podendo originar insuficiência renal, deformação das articulações (junta de Charcot) e disfunções sexuais. Para além disso, os diabéticos apresentam um risco mais elevado de doenças vasculares periféricas e doenças cerebrovasculares <sup>4</sup>.

No desenvolvimento da diabetes *mellitus* estão envolvidos vários processos patogénicos. Entre estes processos encontra-se a destruição autoimune das células- $\beta$  do pâncreas com consequente deficiência de insulina e anormalidades que resultam na resistência à ação da mesma. As ações insuficientes da insulina resultam da secreção inadequada de insulina e/ou de uma menor resposta à insulina por parte dos tecidos num ou em vários pontos da via complexa da ação da hormona <sup>2,4</sup>. A insulina é uma pequena proteína (6 kDa) sintetizada nas células- $\beta$  dos ilhéus de Langerhans no pâncreas, que atua como a principal hormona reguladora dos níveis de glucose no sangue, e tem como tecidos alvo o

fígado, os músculos e o tecido adiposo. A função da insulina é sinalizar o estado pós-prandial, ativando as vias e os processos envolvidos na entrada de glucose para as células e no armazenamento de reservas metabólicas, como por exemplo: ativação da entrada de glucose para as células do músculo e do tecido adiposo, ativação da glicólise, promoção da síntese de glicogénio e de proteínas, e promoção da entrada de iões para as células, especialmente  $K^+$  e  $PO_4^{3-}$ . Em contrapartida, a insulina desativa algumas vias envolvidas na quebra de reservas metabólicas, como por exemplo: a gluconeogénese, a glicogenólise, a lipólise, a cetogénese e a proteólise. Na ausência de insulina, a glucose não é capaz de entrar nas células da maioria dos tecidos <sup>3</sup>. As anormalidades no metabolismo dos hidratos de carbono, gorduras e proteínas devem-se a uma ação deficiente da insulina nos tecidos alvo como resultado da falta de insulina ou da insensibilidade à sua ação. O comprometimento da capacidade funcional da mitocôndria é um dos fatores que pode contribuir para as perturbações destes metabolismos <sup>5</sup>. Esta contribuição pode ser direta na resistência à insulina devido a um fornecimento ineficiente de ATP (adenosina trifosfato) para a hexocinase, enzima responsável pelo primeiro ponto de regulação da glicólise, assim como para outras reações que requerem fosforilação <sup>6</sup>. Existem diversos mecanismos pelos quais se verifica que o comprometimento da função mitocondrial contribui para a resistência à insulina no músculo-esquelético. Um desses mecanismos é pela acumulação de lípidos nos miócitos. Esta acumulação de lípidos nos músculos (miócitos) está associada a defeitos na oxidação lipídica muscular que se deve ao comprometimento do número de mitocôndrias e da sua função <sup>6</sup>.

A diabetes *mellitus* inclui diversas patologias, nomeadamente diabetes de tipo 1, diabetes de tipo 2, defeitos genéticos nas células- $\beta$ , defeitos genéticos na ação da insulina, doenças do pâncreas exócrino, endocrinopatias, diabetes induzida por drogas ou químicos, diabetes induzida por infeções, diabetes gestacional, entre outras, sendo as duas primeiras as mais frequentes <sup>2</sup>.

A diabetes de tipo 1, também conhecida como diabetes insulino dependente, é uma condição em que a destruição das células- $\beta$  pancreáticas leva à deficiência absoluta de insulina <sup>7</sup>. Tipicamente, aquando do diagnóstico, a massa das células- $\beta$  encontra-se reduzida em 70-80% <sup>8</sup>. Esta patologia corresponde a 5-10% da população com diabetes e tem normalmente início na infância. A maioria dos diabéticos de tipo 1 são diagnosticados antes

de atingirem os 20 anos e apresentam cetoacidose diabética. Foram já identificadas dois subtipos, o subtipo 1A, que resulta de um ataque autoimune nas células- $\beta$  pancreáticas, e o subtipo 1B, menos frequente e de causa desconhecida, que ocorre maioritariamente em indivíduos de descendência Asiática ou Africana e apresenta diferentes graus de deficiência de insulina com episódios esporádicos de cetoacidose <sup>7</sup>. A ativação anormal das células T mediadas pelo sistema imune leva a uma resposta inflamatória, a insulite, e a uma resposta humoral pelas células B com produção de antigénios para as células- $\beta$  <sup>9</sup>. Esta ativação é responsável pela maior parte da morte das células- $\beta$  após longos períodos com a doença, levando consequentemente à perda da reserva dos secretores de insulina. A morte das células- $\beta$  deve-se ao contacto direto com macrófagos ativados e células T, e/ou exposição a mediadores solúveis secretados por estas células, incluindo citocinas, óxido nítrico e radicais livres de oxigénio <sup>10</sup>. A diabetes de tipo 1 normalmente apresenta anticorpos anti-GAD (ácido glutâmico descarboxilase), anticorpos das células dos ilhéus de Langerhans ou da insulina que identificam os processos que promovem a destruição das células- $\beta$  <sup>9</sup>. A presença destes anticorpos pode anteceder a manifestação clínica da diabetes de tipo 1 até mesmo décadas. A presença e persistência destes anticorpos aumenta a probabilidade da progressão da doença <sup>7</sup>.

A diabetes de tipo 2, também conhecida como diabetes não dependente de insulina, corresponde a 90-95% da população diabética. Esta patologia diferencia-se da diabetes de tipo 1 na genética, nos fatores ambientais putativos e no histórico da doença. A patogénese da diabetes de tipo 2 é mais variável que a diabetes de tipo 1, sendo composta por diferentes graus de falha das células- $\beta$  e logo diferentes graus de resistência à insulina <sup>8</sup>. A diabetes de tipo 2 é caracterizada por um declínio progressivo na função das células- $\beta$ , que provoca uma intolerância à glucose, e por resistência crónica à insulina <sup>11,8</sup>. Na regulação da massa das células- $\beta$  está envolvido um processo de replicação e apoptose, assim como o desenvolvimento de novos ilhéus de Langerhans a partir de ductos pancreáticos. A disrupção de alguma destas vias da formação das células- $\beta$  ou o aumento da taxa de mortalidade das mesmas pode causar uma diminuição da massa das células- $\beta$ . Os ilhéus de Langerhans nos indivíduos com diabetes de tipo 2 são caracterizados por depósitos de amiloide derivados do polipéptido amiloide dos ilhéus (IAPP), também conhecido como amilina. Este péptido pode causar a apoptose das células- $\beta$ , particularmente quando na forma de oligómeros de IAPP. Apesar de não se saber se a apoptose das células- $\beta$  é aumentada na diabetes de tipo 2,



verifica-se que o volume relativo das células- $\beta$  e consequentemente a sua massa se encontram diminuídos (25-50%) nestes indivíduos comparativamente com indivíduos saudáveis <sup>11</sup>.

### **3. Diabetes e alimentação**

Hoje em dia, já não existe uma “dieta para diabéticos”, uma vez que estes indivíduos, assim como os indivíduos sem esta patologia, são encorajados a ter uma alimentação saudável e equilibrada que providencie todos os micronutrientes e macronutrientes essenciais em quantidades adequadas <sup>12</sup>. Assim, as gorduras já não são rotuladas como “más” e os hidratos de carbono considerados “bons”, mas é reconhecido que dentro do grupo destes macronutrientes existem alguns “bons” e outros “maus” <sup>13,14</sup>.

Nos indivíduos com diabetes de tipo 2 o controlo glicémico adequado pode ser obtido com uma redução do peso corporal, exercício físico, uma alimentação saudável e fármacos orais. Quando este controlo é possível, os indivíduos não necessitam de insulina <sup>4</sup>. Em termos da alimentação, é sugerido que 60-80% da energia deve ser consumida como uma combinação de hidratos de carbono e lípidos mono-insaturados. O consumo de proteína por diabéticos deve ser de 0,8 g/kg de peso corporal, sendo que diabéticos com evidências de nefropatia, devem consumir um mínimo de 0,6 g/kg de peso corporal por dia devido aos riscos de malnutrição com valores mais baixos. Os diabéticos, assim como as pessoas saudáveis, devem limitar a ingestão diária de lípidos saturados e de colesterol, providenciando um valor inferior a 10% dos requisitos energéticos. A ingestão de PUFA (Ácidos gordos poliinsaturados) também está limitada a um valor inferior a 10% da energia total, apesar das suas características cardioprotetoras. Os diabéticos devem também consumir quantidades adequadas de fibras, vitaminas e minerais de fontes naturais, assim como alimentos ricos em antioxidantes <sup>12</sup>.

As fibras são importantes no controlo da diabetes, uma vez que, estas promovem uma diminuição da glucose e lípidos plasmáticos e ajudam na perda de peso <sup>12</sup>. Chandalia *et al.* <sup>15</sup> realizaram um estudo onde demonstraram uma associação inversa entre o consumo de fibra total e o risco de diabetes tipo 2. Neste estudo os indivíduos consumiram 50 g de fibra total por dia (25 g solúvel e 25 g insolúvel), o que levou a um melhoramento no controlo glicémico. Este melhoramento foi evidenciado pela diminuição da média diária das concentrações de glucose pré-prandiais (8,9%) e passado 24 horas (10%), pela diminuição

na excreção de glucose na urina (57%) e pela diminuição das concentrações plasmáticas de insulina passadas 24 horas (12%)<sup>15</sup>. Este estudo foi corroborado por Montonen *et al.*<sup>16</sup> onde também se demonstrou uma associação inversa entre o consumo de fibra total e o risco da diabetes tipo 2. Esta associação é justificada pela ingestão tanto de fibras solúveis como insolúveis. As fibras solúveis tornam a absorção e a digestão dos hidratos de carbono mais lenta, havendo consequentemente uma menor necessidade de insulina. No caso das fibras insolúveis, estas diminuem o tempo do trânsito intestinal permitindo que exista menos tempo para a absorção dos hidratos de carbono e diminuindo assim a necessidade de insulina<sup>16</sup>. Os cereais de pequeno-almoço são um exemplo de produtos à venda no mercado enriquecidos em fibras. Um estudo realizado por Tappy *et al.*<sup>17</sup> comparou os níveis glicémicos de indivíduos após o consumo de um pequeno-almoço normal e um pequeno-almoço em que os cereais são enriquecidos com 4g de fibra ( $\beta$ -glucana). Neste estudo verificou-se que o consumo de cereais enriquecidos em fibra diminuiu em 33% os níveis de insulina e em 10% os níveis glicémicos, quando comparado com o pequeno-almoço com cereais não enriquecidos, concluindo-se que o consumo de cereais ricos em fibra era especialmente aconselhado para indivíduos com diabetes<sup>17</sup>.

A ingestão de diferentes ácidos gordos (FAs) afeta a composição da membrana celular e, consequentemente, vários aspetos da sua função, como a fluidez, a permeabilidade iónica, e a ligação/afinidade para o recetor de insulina; funções afetadas pela translocação do transportador de glucose na interação com mensageiros secundários. Estas alterações podem afetar a sensibilidade à insulina dos tecidos e de todo o corpo. Neste sentido, é necessário avaliar os FAs que se incluem na dieta de modo a evitar a diabetes, bem como doenças cardiovasculares. Os PUFAs (ácidos gordos poli-insaturados, como o ómega-3 e o ómega-6) afetam a atividade enzimática, a expressão génica inflamatória e fatores de transcrição, que podem contribuir para o seu efeito no metabolismo da glucose<sup>18</sup>. No entanto, é necessário ter em conta os efeitos secundários, como náuseas e desconforto gastrointestinal quando a quantidade consumida é elevada. Tempos de hemorragia prolongados também podem ser um dos efeitos secundários quando se consomem mais de 20 g/dia, havendo portanto o risco de complicações hemorrágicas para consumos elevados. Estes efeitos secundários não se verificam em doses inferiores a 7 g/dia<sup>19,20</sup>.

A diabetes *mellitus* está associada a um aumento da formação de radicais livres e a uma diminuição do potencial anti-oxidante. Fatores como a auto-oxidação da glucose levam à formação de radicais livres, oxidação celular e redução das defesas antioxidantes, resultando em *stress* oxidativo aumentado. Os antioxidantes que combatem a ação dos radicais livres incluem: enzimas que degradam esses radicais; proteínas, como a transferrina, que se ligam a metais que estimulam a produção de radicais livres; e antioxidantes que atuam como captadores de radicais <sup>21</sup>. Assim, na alimentação de indivíduos diabéticos é importante o consumo de antioxidantes para combater o distúrbio no balanço da formação de radicais e de antioxidantes. Os compostos fenólicos apresentam a capacidade de eliminar radicais livres e atividade antioxidante <sup>22</sup>. Esta capacidade depende do arranjo dos grupos funcionais em relação à sua estrutura nuclear <sup>23</sup>. A vitamina C, também conhecida como ácido ascórbico ou ascorbato, pode atuar como antioxidante preventivo, uma vez que reage com o oxigênio antes de ocorrer oxidação <sup>24</sup>. Neste sentido, é aconselhado o consumo de 100-200 mg de vitamina C por dia por indivíduos diabéticos de modo a combater o *stress* oxidativo provocado pela patologia <sup>25</sup>. Os produtos oxidados da vitamina C, o radical ascorbil e o ácido desidroascórbico, são facilmente regenerados a ácido ascórbico pela glutathione, NADH (Dinucleótido de nicotinamida e adenina) ou pelo NADPH (Fosfato de Dinucleótido de nicotinamida e adenina). Para além disso, o ascorbato consegue reciclar a vitamina E e a glutathione da sua forma reduzida para a sua forma oxidada <sup>26</sup>. Este ciclo de oxidação-redução é importante para normalizar os níveis de antioxidantes. Apesar dos benefícios apresentados, a vitamina C em determinadas condições pode tornar-se pro-oxidante e glicar proteínas e por isso o seu papel no tratamento da diabetes *mellitus* ainda não está completamente esclarecido <sup>24</sup>. A vitamina E é outra vitamina que atua de modo a neutralizar radicais livres e também interage com antioxidantes solúveis em água como a glutathione <sup>27</sup>. Os humanos e os animais não apresentam a capacidade de síntese desta vitamina e portanto é importante que esta esteja incluída na dieta humana <sup>28</sup>.

A vitamina D apresenta recetores na maioria dos tecidos incluindo as células- $\beta$  pancreáticas <sup>29</sup>. Esta vitamina tem efeito na regulação da síntese de insulina e na sua secreção, modelação da resposta inflamatória, maturação celular e diferenciação celular. Estes efeitos sugerem que esta apresenta um papel importante na regulação da patologia da diabetes *mellitus* de tipo 1. As suas ações anti-inflamatórias e imunomodulatórias podem reduzir a reação inflamatória nas ilhotas pancreáticas e diminuir a insulinitis auto-imune

característica da diabetes de tipo 1 <sup>30</sup>. Para além disso podem também diminuir a resistência à insulina e aumentar a secreção de insulina na diabetes *mellitus* de tipo 2 <sup>31</sup>. A vitamina D, a partir do seu recetor localizado nas células- $\beta$  pancreáticas, aumenta a resposta da insulina à estimulação da glucose, mas não afeta a secreção basal de insulina. Este efeito deve-se à capacidade da vitamina D regular o cálcio extracelular e o fluxo de cálcio que passa pelas células- $\beta$  pancreáticas. A homeostase da concentração de cálcio intracelular é importante porque esta necessita de se manter entre 140 e 370nM para a insulina conseguir mediar os seus efeitos nos tecidos-alvo <sup>32</sup>.

Alguns minerais também apresentam um papel importante na diabetes *mellitus*. O crómio é um mineral que apresenta um efeito positivo na ligação da insulina e aumenta o número de recetores de insulina na superfície das células e a sensibilidade das células- $\beta$  pancreáticas aumentando assim a sensibilidade à insulina <sup>33</sup>. Isto ocorre porque o crómio atua como um cofator para a insulina e por isso, a sua atividade no organismo é paralela à função da insulina <sup>34</sup>. O zinco também tem um papel importante na diabetes, uma vez que faz parte do complexo da insulina <sup>35</sup>. Este elemento tem um papel importante na imunidade humoral regulando a apoptose das células- $\beta$  assim como da sua resposta à vacinação <sup>36</sup>. Nos indivíduos diabéticos verifica-se um aumento da excreção de zinco na urina (hiperzincúria) e por isso estes indivíduos devem compensar esta perda de zinco com a alimentação <sup>37</sup>. Num estudo animal, foi demonstrado que a atividade da insulina e a sua libertação do pâncreas estava diminuída em ratos deficientes em zinco comparado com os controlos, enquanto a síntese da insulina se mantinha normal. Estes dados indicam que o zinco apresenta um papel na manutenção da atividade da secreção de insulina <sup>38</sup>. O magnésio é o segundo catião intracelular mais abundante, é um cofator essencial para as vias enzimáticas de ligações de fosfato de elevada energia, está envolvido no metabolismo energético, na síntese de proteínas, e modelação do transporte de glucose pelas células <sup>39</sup>. A hipomagnesemia é uma das alterações eletrolíticas mais comuns em indivíduos com diabetes, especialmente os que têm a diabetes pouco controlada com elevadas perdas de urina. As deficiências de magnésio podem também resultar em desordens na atividade da tirosina cinase no recetor de insulina e aumentar as concentrações de cálcio intracelulares, que são eventos relacionados com o desenvolvimento da resistência à insulina. Baixos níveis de magnésio estão relacionados com elevadas concentrações de fator tumoral de necrose  $\alpha$  e proteína-C reativa, o que sugere que as deficiências em magnésio podem também estar envolvidas no desenvolvimento da

síndrome de inflamação crônica de baixo grau o que leva ao desenvolvimento de desordens no metabolismo da glucose <sup>39,40</sup>. Estudos demonstraram uma associação inversa entre a ingestão de magnésio e o risco de diabetes de tipo 2 <sup>41</sup>. A insulina é uma hormona reguladora do balanço de magnésio tendo também um papel importante no transporte de magnésio, sendo que após a ingestão de glucose a insulina promove uma passagem do magnésio extracelular para o espaço intracelular, diminuindo o magnésio plasmático <sup>42</sup>. O consumo de magnésio pode melhorar a sensibilidade à insulina, sendo que há uma correlação inversa entre o magnésio proveniente da dieta e os níveis de insulina em jejum <sup>40</sup>.

#### **4. Diabetes e a utilização de edulcorantes**

Os humanos e os mamíferos têm uma preferência inata por sabores adocicados já que na natureza os primeiros alimentos dos mamíferos, como o leite materno e a fruta, são doces e estão associados a calorias. Na dieta humana, os açúcares ocorrem naturalmente como componentes de diversos alimentos ou são adicionados durante o processamento ou preparação de alimentos. Os açúcares de ocorrência natural como a frutose, a sacarose, e a lactose são normalmente encontrados em frutas, legumes e produtos lácticos <sup>43,44</sup>.

Embora o consumo de açúcar por diabéticos não seja proibido, os diabéticos devem optar por ingerir hidratos de carbono com índices glicémicos reduzidos e limitar o consumo de sacarose para 10% da energia consumida <sup>14,45</sup>. Nesse sentido, tem havido por parte de várias empresas alimentares a preocupação em adaptar os seus produtos e torná-los adequados ao consumo por diabéticos. Em particular, têm sido utilizados adoçantes alternativos que providenciam a mesma intensidade de doçura, mas com menor valor calórico e com menor índice glicémico <sup>46</sup>.

Os adoçantes encontram-se divididos em dois grandes grupos: os nutritivos e os não-nutritivos. Por sua vez, os nutritivos encontram-se subdivididos em adoçantes comuns e açúcares alcoólicos. São considerados adoçantes comuns diversos sacarídeos, como por exemplo a sacarose, a frutose, a glucose, a maltose, a isomaltose, e frutooligosacarídeos (FOS) <sup>47</sup>. O sorbitol, o manitol, o maltitol, o xilitol, o lactitol e o isomalte são alguns exemplos de açúcares alcoólicos <sup>48</sup>. São exemplos de adoçantes não-nutritivos a sacarina, a sucralose, o aspartame, o acesulfame-potássio, o neotame, o ciclamato e a Stevia <sup>46</sup>. Tendo em conta que o presente trabalho visa a substituição dos açúcares comuns por outros

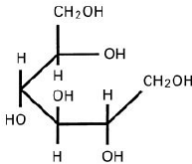
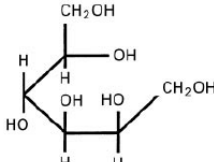
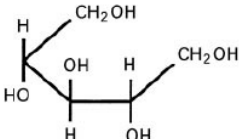
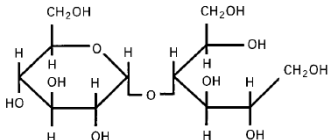
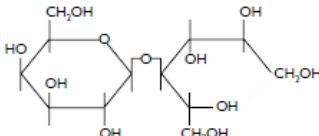
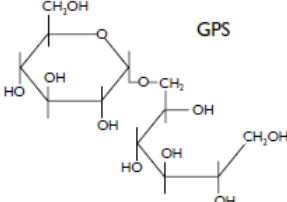
adoçantes que possam ser mais benéficos para os indivíduos diabéticos, os adoçantes comuns não vão ser considerados em detalhe nas secções que se seguem.

#### **4.1. Açúcares Alcoólicos**

Os açúcares alcoólicos, também conhecidos como polióis, são adoçantes nutritivos utilizados em alimentos para conferir doçura, substituir os espessantes e/ou atuar como humectantes (substâncias hidrofílicas que evitam a perda de humidade dos alimentos) (Tabela 1) <sup>49</sup>. Quimicamente, são derivados de sacarídeos nos quais o grupo cetona ou aldeído é substituído por um grupo hidroxilo, sendo classificados de acordo com o número de unidades de sacarídeos presentes na molécula. Existem em várias formas cristalinas (alguns na forma cristalina anídrica e não-anídrica) ou como xaropes líquidos <sup>48</sup>. Os produtos adocicados com açúcares alcoólicos estão a aparecer cada vez mais no mercado e têm normalmente como alvo os indivíduos diabéticos uma vez que podem ser classificados como produtos “sem açúcar”.

Em geral, os açúcares alcoólicos apresentam um sabor agradável, limpo e neutro quando em solução. A sua textura na boca e o seu perfil de sabor é semelhante à sacarose. No entanto, apresentam uma menor doçura que a sacarose, pelo que são frequentemente utilizados em conjunto com adoçantes não-nutritivos. A solubilidade dos polióis varia com a temperatura, sendo esta um fator importante para o desenvolvimento de determinados alimentos, pelo que é necessária a escolha certa do adoçante de modo a minimizar a precipitação dos cristais. Para além disso, o tempo que o adoçante demora a dissolver-se na saliva influencia a doçura e a intensidade do sabor. A higroscopicidade de diferentes polióis varia com a humidade relativa e limita o tempo de prateleira dos doces já que a absorção de humidade os torna pegajosos na superfície. Outra característica dos açúcares alcoólicos é que as suas soluções apresentam calor negativo, o que fornece a sensação de frescura na boca. Esta sensação de frescura depende do calor negativo da solução, a solubilidade do açúcar alcoólico na saliva e o tamanho das partículas (mais pequenas mais rápido se dissolvem) <sup>48</sup>.

**Tabela 1** - Fórmulas de estrutura de diferentes açúcares alcoólicos (Póliois), respetivas calorias e comparação da sua doçura com a sacarose (4kcal/g, doçura = 1) <sup>46,48,50</sup>.

Adoçante	Doçura comparado com a Sacarose	Energia (kcal/g)
<b>Sorbitol</b> 	0,6	2,6
<b>Manitol</b> 	0,5-0,72	1,6
<b>Xilitol</b> 	1,0	3,0
<b>Maltitol</b> 	0,5-0,9	3,0
<b>Lactitol</b> 	0,35-0,4	2,4
<b>Isomalte</b> 	0,45-0,65	2,0

Comercialmente, o sorbitol, o manitol e o xilitol são monossacarídeos alcoólicos produzidos a partir da hidrogenação da glucose, manose e xilose, respetivamente. Estes também se encontram naturalmente presentes em pequenas quantidades em algumas frutas e vegetais. O maltitol e o lactitol são dissacarídeos alcoólicos obtidos pela hidrogenação de maltose e lactose, respetivamente. O isomalte é uma mistura de  $\alpha$ -D-glucopiranosil-[1-6]-D-sorbitol (GPS) e  $\alpha$ -D-glucopiranosil-[1-6]-D-manitol (GPM). Após serem ingeridos, o maltitol, o lactitol e o isomalte são hidrolisados por dissacaridasas intestinais nos seus monossacarídeos, glucose, frutose e/ou sorbitol. Estes monossacarídeos são de seguida absorvidos por difusão passiva. A absorção do sorbitol pode ser aumentada na presença de glucose obtida de uma refeição variada ou da hidrólise do maltitol <sup>51,52</sup>.

Diversos fatores afetam a digestão e absorção dos açúcares alcoólicos, por exemplo, o tempo de trânsito gástrico e o facto de alguns açúcares alcoólicos serem fermentados por bactérias intestinais, permitindo assim uma absorção limitada <sup>53</sup>. A percentagem de absorção difere consoante o açúcar alcoólico, desde 0% para o lactitol a 80% para o sorbitol <sup>53</sup>. O sorbitol, o manitol e o xilitol são completamente absorvidos no trato gastrointestinal por difusão passiva. Os dissacarídeos alcoólicos são digeridos a hexoses e monossacarídeos alcoólicos, que são de seguida absorvidos. No entanto, podem encontrar-se vestígios dos dissacarídeos alcoólicos na urina <sup>54</sup>. Os açúcares alcoólicos que não são absorvidos no intestino delgado chegam ao colon, onde são fermentados por bactérias intestinais produzindo SCFAs (*Short chain fatty acids*) como os ácidos acético, propiónico e butírico, assim como gases como o hidrogénio e o metano. Os SCFAs são absorvidos e providenciam energia para o corpo. É por isso que, por exemplo, o lactitol, que não é absorvido no intestino delgado, apresenta um valor energético de 2 kcal/g <sup>53</sup>. Quando consumidos em excesso, os açúcares alcoólicos provocam problemas ao nível gastrointestinal, como o efeito laxativo. Este efeito deve-se ao facto dos polióis não absorvidos aumentarem o potencial osmótico do lúmen do intestino <sup>55</sup>. Para além disso, os gases produzidos podem causar flatulência, dores abdominais, inchaço abdominal e diarreia. Estes sintomas são apresentados em pacientes saudáveis e diabéticos <sup>56</sup>.

Como referido, os açúcares alcoólicos podem não ser completamente metabolizados; por exemplo, 10-20% do sorbitol ou xilitol e 30-40% do manitol ingeridos são encontrados na urina. A sua metabolização é independente de insulina e apresenta pouco ou nenhum



efeito nos níveis da glucose plasmática <sup>57</sup>. Após administração oral de lactitol ou xilitol, há pouca ou nenhuma alteração na oxidação da glucose ou de lípidos, provavelmente devido à sua pouca absorção e metabolismo incompleto, sugerindo que os açúcares alcoólicos não providenciam hidratos de carbono para o metabolismo dos mesmos. Com efeito, verificou-se que a administração de sorbitol, lactitol ou xilitol não resultou num aumento de glucose plasmática ou de insulina em indivíduos saudáveis e diabéticos <sup>58</sup>. Outros estudos demonstraram ainda que o consumo de xilitol em vez de sacarose e de glucose consegue manter os níveis de glucose pré e pós-prandiais numa condição mais estável e fisiologicamente mais segura <sup>59,60</sup>. Para além disso, o consumo de xilitol apresenta valores menores após exame de tolerância à glucose (medição de níveis de glucose no tempo após ingestão do adoçante), sendo benéfico ao controlo da diabetes <sup>60</sup>. Já o maltitol, que é hidrolisado a sorbitol e glucose antes de ser absorvido, providencia hidratos de carbono para o metabolismo, induzindo pequenas respostas de glucose e insulina em indivíduos saudáveis. <sup>61</sup>. A resposta glicémica após a administração do maltitol foi de aproximadamente 25% e 55% da observada após a administração de uma quantidade igual de glucose e sacarose, respetivamente <sup>61,62</sup>. Assim, embora providenciando algumas calorias o índice glicémico é consideravelmente mais baixo que o da glucose e da sacarose.

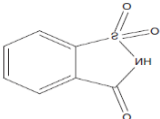
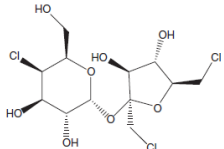
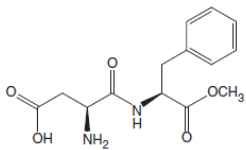
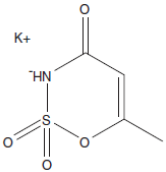
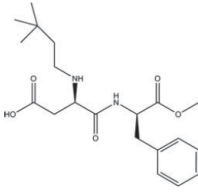
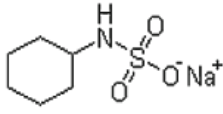
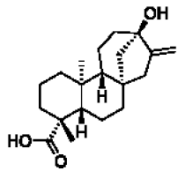
## **4.2. Adoçantes não-nutritivos**

Os adoçantes não-nutritivos, também conhecidos como adoçantes de baixas calorias, artificiais, não-calóricos ou a intensos, apresentam um maior poder adoçante do que os adoçantes nutritivos (Tabela 2). Assim, para obter o mesmo poder adoçante, a quantidade de açúcares não-nutritivos que é necessário adicionar é menor e por isso estes providenciam poucas ou nenhuma calorias <sup>63</sup>. A sacarina, a sucralose, o aspartame, o acesulfame-potássio, o neotame, o ciclamato e a Stevia são adoçantes não-nutritivos aprovados pela FDA (*Food and Drug Administration*). A sua utilização providencia aos diabéticos uma maior gama de escolhas alimentares e é também uma alternativa mais saudável para os indivíduos interessados em limitar o consumo de açúcar nutritivos <sup>64</sup>. Os adoçantes não-nutritivos podem ser encontrados em diversos produtos alimentares como bebidas, gelados, pastilhas elásticas, chocolate, gomas, iogurte e molhos para saladas. Estes são utilizados com o objetivo de aumentar a palatabilidade dos alimentos de modo a que os consumidores insiram determinados produtos nas suas rotinas alimentares <sup>53</sup>. A toxicidade dos açúcares não-nutritivos é ainda um assunto controverso (mais informação em <sup>65</sup>). Após diversos estudos

que tiveram em conta as contraindicações dos adoçantes não nutritivos, foram estabelecidos ADIs (*Advisable daily intake*) para todos eles. O ADI é definido como a quantidade estimada, expressa em mg por kg de peso corporal por dia, que uma pessoa pode consumir em média com segurança, todos os dias durante uma vida sem riscos apreciáveis para a saúde<sup>49,66</sup>.

A sacarina é um adoçante não-nutritivo composto por 1,2-benzoisotiazol-3- (2H) e 1,1-dióxido. É parcialmente solúvel em água e normalmente utilizada como um sal de sódio ou de cálcio. Este adoçante é 300 vezes mais doce do que a sacarose e apresenta um gosto amargo ou metálico limitando a sua utilização na alimentação <sup>67</sup>. Uma característica importante da sacarina é a sua estabilidade ao calor, o que a torna uma boa opção para produtos cozinhados. Na indústria alimentar a sacarina é comumente utilizada em refrigerantes, compotas, fruta enlatada, doces, molhos para saladas, coberturas para sobremesas e pastilhas elásticas, para além de ser utilizada como açúcar de mesa. É ainda utilizada noutras indústrias, nomeadamente para a produção de pasta dentífrica, *lip gloss*, desinfetante bucal, vitaminas e fármacos <sup>53</sup>. A sacarina atravessa o trato gastrointestinal intacta, sendo absorvida no trato digestivo e excretada na urina, e por isso não providencia calorias <sup>49</sup>. Este adoçante é reconhecido como GRAS (*Generally Recognised As Safe*) e apresenta um ADI de 5 mg/kg de peso corporal por dia. Este ADI significa que um indivíduo com 70 kg pode consumir 350 mg de adoçante, o que em doçura seria equivalente a aproximadamente 105 g de sacarose (13 pacotes de açúcar), por dia durante toda a sua vida sem riscos para a saúde. O facto de esta não ser metabolizada implica que o seu consumo não altere os níveis de insulina plasmáticos, o que a torna viável para ser utilizada por diabéticos <sup>53</sup>. No entanto, a toxicidade da sacarina é ainda controversa, sendo que estudos demonstram que há atividade cancerígena quando consumida em elevadas quantidades <sup>68,69</sup>. Não obstante existem estudos que demonstram que quando ingerida nas quantidades recomendadas a sacarina é segura <sup>70</sup>.

**Tabela 2** - Fórmulas de estrutura de diferentes açúcares não-nutritivos, respectivas calorias e comparação da sua doçura com a sacarose (4 kcal/g, doçura = 1) <sup>46,49,71,72</sup>.

Adoçante	Doçura comparado com a Sacarose	Energia (kcal/g)
<b>Sacarina</b> 	300	0
<b>Sucralose</b> 	600	0
<b>Aspartame</b> 	160-220	4
<b>Acessulfame-k</b> 	200	0
<b>Neotame</b> 	7000-13000	0
<b>Ciclamato</b> 	30	0
<b>Glicósido de Steviol</b> 	10-15	0

A sucralose é obtida a partir da sacarose por um processo que substitui três grupos hidroxilos por três grupos cloreto na molécula de sacarose <sup>73</sup>. Esta é 450-650 vezes mais doce que a sacarose, apresenta um sabor agradável e uma sinergia moderada com outros adoçantes, ou seja, a doçura da combinação de adoçantes é maior que a dos componentes em separado <sup>46</sup>. É muito solúvel em água e estável numa larga gama de temperatura e pH. Quando armazenada a temperaturas elevadas pode libertar HCl e produzir alguma descoloração. Apesar de ser produzida a partir da sacarose, o organismo humano não a reconhece como tal, não é metabolizada e por isso não apresenta calorias. A sucralose não sai do trato gastrointestinal sendo excretada diretamente pelas fezes. No intestino são absorvidos 11-27% da sucralose, sendo que esta quantidade é posteriormente eliminada na urina <sup>73</sup>. Esta apresenta um ADI de 5 mg/kg de peso corporal/dia <sup>46</sup>. A sucralose apresenta um sabor semelhante ao da sacarose, não tendo nenhum final de boca desagradável, e por isso pode ser utilizada numa grande variedade de alimentos. Apesar desta semelhança, a sucralose não estimula a formação de cáries dentárias <sup>74</sup>. O seu consumo por diabéticos é seguro uma vez que não tem nenhum efeito no metabolismo dos hidratos de carbono <sup>53</sup>. Este adoçante não altera a velocidade de absorção de glucose no intestino, não aumenta a reposta glicémica nem os níveis das hormonas incretinas após infusão intraduodenal/intragástrica. Para além disso, não estimula a libertação de insulina ou o esvaziamento gástrico lento, mantendo a homeostase da glucose <sup>75,76</sup>. No entanto, alguns estudos associaram o consumo de sucralose a enxaquecas e à incidência da doença do intestino inflamado, devido à sua ação inibitória nas bactérias do intestino, na função da barreira intestinal e nas enzimas proteases digestivas <sup>77-79</sup>.

O aspartame é um éster metílico de dois aminoácidos, o ácido aspártico e a fenilalanina, que, sendo degradado no organismo, providencia 4 kcal/g. Este facto levanta algumas questões em relação à sua incorporação no grupo dos adoçantes não-nutritivos, mas, sendo o aspartame 200 vezes mais doce que a sacarose, apenas são necessárias pequenas quantidades para adoçar os alimentos e por isso a sua contribuição calórica é insignificante <sup>53</sup>. Este composto é solúvel em água, sendo que a sua solubilidade aumenta com a diminuição ou aumento do pH, assim como com temperaturas mais elevadas. Em soluções aquosas o aspartame apresenta uma estabilidade máxima a um pH de 4,3. O adoçante é instável a temperaturas elevadas e por isso não é recomendada a sua utilização para cozinhar. Para além disso, quando utilizado em líquidos este decompõe-se com o tempo <sup>80</sup>. Não obstante, o

aspartame é utilizado para adoçar uma variedade de alimentos e bebidas como pastilhas elásticas, refrigerantes, misturas líquidas em pó, iogurtes, pudim e café e chá instantâneo <sup>81</sup>. Após ser ingerido, o aspartame degrada-se nos seus constituintes e em metanol; numa degradação mais avançada pode ser ainda degradado em formaldeído, ácido fórmico e dicetopiperazina. Cada um destes compostos é posteriormente metabolizado, sendo considerado tão seguro como se fosse fornecido diretamente por outras fontes <sup>82,83</sup>. Tendo em conta a sua composição em fenilalanina, indivíduos com fenilcetonúria devem evitar o consumo de aspartame, sendo por isso obrigatório declarar a sua presença nos produtos que o contêm. O ADI do aspartame é de 50 mg/kg de peso corporal/dia (10x maior que sacarina e sucralose). Apesar do aspartame ser considerado seguro pela FDA, ainda existe alguma controvérsia em relação à sua segurança. Alguns estudos indicam que este é seguro para a saúde, sendo que mesmo quando consumido em elevadas quantidades os níveis sanguíneos dos seus componentes mantêm-se dentro dos limites aceitáveis <sup>84-86</sup>. No entanto existem estudos que associam o consumo de aspartame a sintomas alérgicos, dores de cabeça e a cancro <sup>87-90</sup>.

O acessulfame-k (potássio) é um sal de potássio de 6-metil-1,2,3-axatiazina-4(3H)-one-2,2-dióxido com fórmula molecular de  $C_4H_4KNO_4S$  e massa molar de 201,24g/mol. É um pó branco cristalino não higroscópico, aproximadamente 200 vezes mais doce que a sacarose e apresenta uma elevada solubilidade em água. Este adoçante é estável ao calor e, portanto, pode ser utilizado para cozinhar. É comumente utilizado para adoçar alimentos secos e bebidas alcoólicas <sup>91</sup>. Pode apresentar um final de boca amargo quando utilizado sozinho, pelo que é muito frequentemente combinado com outros adoçantes, de modo a que cada um deles disfarce o sabor final de boca do outro, exibindo um efeito sinérgico <sup>92</sup>. O acessulfame-k não é metabolizado pelos humanos e por isso não providencia calorias e não influencia os níveis de potássio apesar do seu conteúdo em potássio. Para além disso, não promove a formação de cáries dentárias. Apresenta um ADI de 15 mg/kg de peso corporal/dia <sup>91</sup>, e, apesar de existir ainda alguma controvérsia sobre a associação entre o consumo de acessulfame-k e o risco de cancro <sup>49</sup>, verificou-se um baixo risco para qualquer efeito adverso da utilização deste adoçante <sup>93</sup>.

O neotame é o nome genérico dado ao *N*-[*N*-(3,3-dimetilbutil)-*L*-α-aspartil]-*L*-fenilalanina éster 1-metil, com fórmula molecular de  $C_{20}H_{30}N_2O_5$  e massa molar de 378,47

g/mol. É obtido a partir da N-alquilação do aspartame, sendo um composto distinto, com diferentes propriedades <sup>94</sup>. O seu grupo 3,3-dimetilbutil ligado ao grupo amina do ácido aspártico torna-o mais estável que o aspartame <sup>72</sup>. A sua doçura varia conforme o tipo de alimento, podendo ser entre 7000 a 13000 vezes mais doce que a sacarose e 30 a 60 vezes mais doce que o aspartame. O facto de o neotame ser extremamente doce implica que a quantidade necessária para adoçar um determinado alimento seja muito pequena <sup>46</sup>. É caracterizado por ser um pó branco-acinzentado, sendo muito solúvel em álcool e ligeiramente solúvel em água. É estável ao calor podendo por isso ser utilizado para cozinhar. Para além disso, não contribui para a formação de cáries dentárias <sup>94</sup>. O seu ADI é de 2 mg/kg de peso corporal/dia. Aproximadamente 20-30% do neotame ingerido é absorvido no trato digestivo. Praticamente todo o neotame, absorvido ou não, é hidrolisado por uma esterase originando neotame não-esterificado e metanol. Devido à presença do grupo 3-3-di-metilbutil, as peptidases que normalmente quebram a ligação peptídica entre o ácido aspártico e a fenilalanina são bloqueadas, reduzindo a disponibilidade da fenilalanina. O neotame não-esterificado e o metanol são rapidamente excretados nas fezes ou na urina. A exposição a metanol a partir do neotame é toxicologicamente insignificante já que as pessoas são expostas a maiores quantidades de metanol nas suas dietas. Também neste caso a exposição da fenilalanina a partir do neotame é muito baixa, pelo que os produtos com neotame não necessitam de alegar a presença de fenilalanina <sup>49,72</sup>.

O ciclamato é um sal do ácido ciclo-hexilsulfâmico. O ciclamato de sódio é o mais utilizado como adoçante não-nutritivo e o sal de cálcio análogo é especialmente utilizado em dietas pobres em sódio <sup>95</sup>. Este adoçante é muito estável, mas a sua doçura é menos intensa que os restantes açúcares não-nutritivos, apenas 30 vezes a doçura da sacarose, o que significa que as quantidades necessárias para adoçar os alimentos e bebidas também são maiores <sup>49</sup>. Este tem um final de boca amargo, é solúvel em água e apresenta uma boa sinergia com a sacarina <sup>95</sup>. É difícil estabelecer um ADI para este composto, uma vez que este é metabolizado de diferentes formas por diferentes pessoas. Algumas pessoas excretam praticamente todo o ciclamato inalterado, enquanto outras convertem diferentes quantidades ocasionalmente, num máximo de 85%, em ciclo-hexilamina <sup>96</sup>. A ciclo-hexilamina apresenta um maior potencial de toxicidade que o próprio ciclamato, sendo que em doses elevadas pode causar atrofia testicular nos ratos <sup>97</sup>. No entanto nos humanos essa correlação não se verifica <sup>97,98</sup>. As concentrações plasmáticas de ciclo-hexilamina após a ingestão de ciclamato

dependem da extensão do metabolismo pela flora intestinal e da extensão da eliminação da ciclo-hexamina de circulação <sup>96</sup>.

O adoçante não-nutritivo comumente conhecido como Stevia é constituído por glicósidos de Steviol, que são estratos das folhas da *Stevia Rebaudiana Bertoni*, um arbusto nativo da América do Sul denominado *chysanthemum* <sup>72,99</sup>. Os glicósidos de steviol apresentam uma doçura de 200-400 vezes a sacarose, dependendo de onde são incorporados e da mistura de glicosídeos utilizada. Existem duas estruturas químicas conhecidas dos glicósidos de steviol extraídos das folhas de Stevia, o Steviosídeo e o Rebaudiosídeo-A. Estes dois compostos são responsáveis pela doçura intensa da Stevia <sup>72</sup>. A Stevia não é metabolizada no organismo e por isso não fornece calorias. É estável ao calor podendo por isso ser utilizada para cozinhar <sup>100</sup>. Apresenta um ADI de 2 mg/kg de peso corporal/dia <sup>99</sup>. Estudos indicam que o consumo de stevia possa ter uma ação hipotensiva, para além de sugerirem que a Stevia aumenta a sensibilidade à insulina e a tolerância à glucose em humanos <sup>81</sup>. A Stevia apresenta uma baixa toxicidade aguda e não apresenta reações alérgicas <sup>101</sup>. No entanto, diversos estudos em modelos animais sugerem que o consumo de glicósidos de steviol pode apresentar efeitos secundários no sistema reprodutivo masculino <sup>102</sup>.

Em suma, a utilização de adoçantes não-nutritivos e/ou açúcares alcoólicos pode ser uma maneira de moderar a ingestão de adoçantes comuns, providenciando mais escolhas alimentares para indivíduos com diabetes. Para além disso, estes também podem ser uma opção para os indivíduos saudáveis que pretendem diminuir a ingestão de adoçantes calóricos e consequentemente diminuir a quantidade de calorias ingeridas.

## **5. Legislação relevante sobre rotulagem e alegações nutricionais e de saúde e dos alimentos**

O regulamento (CE) 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho apresenta a legislação respeitante às alegações nutricionais e de saúde sobre os alimentos. Uma alegação é “qualquer mensagem ou representação, não obrigatória nos termos da legislação comunitária ou nacional, incluindo qualquer representação pictórica, gráfica ou simbólica, seja qual for a forma que assuma, que declare, sugira ou implique que um alimento possui características particulares” <sup>103</sup>. Em particular, este regulamento informa sobre a proibição das falsas alegações (informações falsas sobre o produto que enganem o consumidor). Os

alimentos promovidos com alegações podem levar o consumidor a crer que estes apresentam vantagens nutricionais, fisiológicas, entre outras quando comparados com outros produtos. Assim, é necessário fornecer ao consumidor toda a informação necessária de modo a que este possa realizar uma escolha nutricional informada. Quando se faz uma alegação na promoção e rotulagem de um produto é necessário ter evidências científicas que comprovem essas alegações. As alegações de saúde apenas poderão ser utilizadas na comunidade após uma avaliação científica de alto nível que as comprove <sup>103</sup>.

Entende-se por alegação nutricional uma alegação que declare que um alimento apresenta propriedades nutricionais benéficas devido à energia/valor calórico (fornece, fornece com valor reduzido ou aumentado, ou não fornece) e aos nutrientes ou outras substâncias (contém, contém em proporção reduzida ou aumentada, ou não contém) <sup>103</sup>. Quando existe uma declaração que sugere que determinada categoria de alimentos, um alimento ou um dos seus constituintes apresenta uma relação com a saúde do indivíduo, considera-se uma alegação de saúde. As alegações de redução de um risco de doença são as que declaram que ocorre uma redução significativa de um fator de risco de aparecimento de uma doença humana após o consumo de uma categoria de alimentos, um alimento ou os seus constituintes. É importante ainda realçar que as alegações só são permitidas se for de esperar que o consumidor médio compreenda os efeitos benéficos expressos, para além de que estas devem referir-se ao alimento pronto para consumo de acordo com as instruções do fabricante <sup>103</sup>. Na Tabela 3, são apresentadas as alegações nutricionais e as condições a que se aplicam.

**Tabela 3** - Alegações nutricionais e condições a que se aplicam <sup>103</sup>.

Alegação	Condições
Baixo valor energético	O produto não pode conter mais de 40 kcal (170 kJ)/100 g para os sólidos e 20 kcal (80 kJ)/100 mL para os líquidos.
Valor energético reduzido	O valor energético do produto tem de sofrer uma redução de, pelo menos, 30%, com indicação da(s) característica(s) que faz(em) com que o valor energético total do alimento seja reduzido.
Sem valor energético	O produto não pode conter mais de 4 kcal (17 kJ)/100 mL.
Baixo teor de gorduras	O produto não pode conter mais de 3 g de gorduras por 100 g para os sólidos e 1,5 g de gorduras por 100 mL para os líquidos.



Alegação	Condições (continuação tabela 3)
Sem gorduras	O produto não pode conter mais de 0,5 g de gorduras por 100 g ou por 100 mL, sendo que são proibidas as alegações do tipo “a X % sem gorduras”.
Baixo teor de gorduras saturadas	A soma dos ácidos gordos saturados e dos ácidos gordos <i>trans</i> contidos no produto não podem exceder 1,5 g/100 g para os sólidos e 0,75 g/100 mL para os líquidos. Em ambos os casos, a soma dos ácidos gordos saturados e os <i>trans</i> não pode fornecer mais de 10 % do valor energético.
Sem gorduras saturadas	A soma das gorduras saturadas e dos ácidos gordos <i>trans</i> não pode exceder 0,1 g de gorduras saturadas por 100 g ou por 100 mL.
Baixo teor de açúcares	O produto não pode conter mais de 5 g de açúcares por 100 g para os sólidos e 2,5 g de açúcares por 100 mL para os líquidos.
Sem açúcares	O produto não pode conter mais de 0,5 g de açúcares por 100 g e por 100 mL.
Sem adição de açúcares	O produto não pode conter quaisquer monossacarídeos ou dissacarídeos adicionados, nem qualquer outro alimento utilizado pelas suas propriedades edulcorantes. Caso os açúcares se encontrem realmente presentes no alimento, o rótulo deve indicar o seguinte: “Contém açúcares naturalmente presentes”.
Baixo teor de sódio/sal	O produto não pode conter mais de 0,12 g de sódio, ou valor equivalente de sal por 100 g ou 100 mL.
Muito baixo teor de sódio/sal	O produto não pode conter mais de 0,04 g de sódio, ou valor equivalente em sal, por 100 g ou por 100 mL.
Sem sódio ou sem sal	O alimento não pode conter mais de 0,005 g de sódio ou valor equivalente em sal por 100 g.
Fonte de fibras	O produto tem de conter, no mínimo, 3 g de fibras por 100 g ou, pelo menos, 1,5 g de fibras por 100 kcal.
Rico em fibras	O produto tem de conter, no mínimo, 6 g de fibras por 100 g ou, pelo menos, 3 g de fibras por 100 kcal.
Fonte de proteínas	Pelo menos 12 % do valor energético do produto tem de ser fornecido por proteínas.
Rico em proteínas	Pelo menos 20 % do valor energético do produto tem de ser fornecido por proteínas.
Fonte de [Nome das vitaminas ou minerais]	O produto tem de ter a quantidade significativa definida no anexo da diretiva 90/496/CEE ou uma quantidade prevista por derrogações concedidas nos termos do artigo 7.º do regulamento (CE) n.º 1925/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho, de 20 de Dezembro, relativo à adição de vitaminas, minerais e determinadas outras substâncias.

Alegação	Condições (Continuação Tabela 3)
Rico em [Nome das vitaminas ou minerais]	O produto tem que conter, pelo menos, o dobro do teor exigido para as alegações “Fonte de [Nome das vitaminas ou minerais]”.
Teor de (nome do nutriente) reduzido ou Leve/Light	A redução do teor tem de ser, no mínimo, de 30 % em relação a um produto semelhante, exceto no caso dos micronutrientes, para os quais é aceitável uma diferença de 10 % em relação aos valores de referência estabelecidos na Diretiva 90/496/CEE do Conselho, e do sódio, ou do valor equivalente de sal para o qual é aceitável uma diferença de 25 %.
Naturalmente/ Natural	Caso um alimento preencha naturalmente a(s) condição(ões) estabelecida(s) no presente anexo para a utilização alegação nutricional, esta pode ser acompanhada do termo “naturalmente/natural”.

Mais recentemente, foi estabelecido o regulamento (UE) N.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de outubro de 2011 relativo à prestação de informação aos consumidores sobre os géneros alimentícios, que altera alguns regulamentos anteriores, nomeadamente o regulamento (CE) N.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho e a Diretiva 90/496/CEE <sup>104</sup>. Este novo regulamento estabelece os princípios, os requisitos e as responsabilidades gerais que regem a informação sobre os géneros alimentícios e a sua rotulagem. As informações obrigatórias na embalagem do produto incluem: o país de origem; identidade, composição, propriedades e outras características do alimento; informação sobre a proteção da saúde dos consumidores e a utilização segura do produto (por ex. como as características de composição que possam ter efeitos nocivos para a saúde de certos grupos de consumidores), a durabilidade, as condições de conservação, a utilização segura e impacto na saúde; informação sobre as características nutricionais. Neste sentido, quando se encontram presentes nos géneros alimentícios certos ingredientes ou outras substâncias ou produtos que possam provocar alergias ou intolerâncias é obrigatório o fornecimento de informação sobre a sua presença. É também obrigatório declarar a lista de ingredientes e fornecer uma declaração nutricional. Na declaração nutricional devem estar incluídos obrigatoriamente o valor energético, quantidade de lípidos, ácidos gordos saturados, hidratos de carbono, açúcares, proteínas e sal. Estes valores têm de estar apresentados por 100 g ou 100 mL de produto. No caso de serem identificadas porções ou

unidades de consumo individuais para além da expressão dos valores nutricionais por 100 g ou 100 mL deve ser indicado o valor nutricional por porção ou por unidade. O conteúdo da declaração nutricional obrigatória pode ser complementado com os valores nutricionais de ácidos gordos monoinsaturados, ácidos gordos polinsaturados, polióis, amido, fibra, vitaminas e sais. Na rotulagem é ainda obrigatório incluir as menções complementares nas seguintes situações: quando os produtos são embalados em determinados gases; os produtos contêm edulcorantes, ácido glicirrízico ou sal de amónia; bebidas com elevado teor de cafeína ou produtos com cafeína adicionada; produtos com fitoesteróis, esteres de fitoesterol, fitoestanóis, ou esteres de fitoestanóis adicionados; carne congelada, preparados de carne congelada e produtos de pesca congelados não transformados. Devem ser indicadas as condições de conservação e de utilização, de modo a que seja adequada, assim como os prazos de validade, antes e após a abertura da embalagem do produto. No caso dos produtos que são destinados para indivíduos com uma alimentação especial (diabéticos, celíacos), na rotulagem do alimento não deve estar indicada informação que leve a crer que esse alimento previne, pode ser utilizado como tratamento ou que cure determinada doença <sup>104</sup>.

Não existe uma legislação específica para produtos destinados ao consumo por diabéticos. No entanto, é importante ter em conta a legislação apresentada, especialmente no que diz respeito aos teores de açúcar, uma vez que essas alegações são importantes na escolha de produtos para o consumo por indivíduos diabéticos. Assim, é ainda relevante referir a existência da Directiva 94/35/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa aos edulcorantes para utilização nos géneros alimentares <sup>105</sup>. Esta diretiva identifica os edulcorantes que por lei podem ser utilizados para substituir os açúcares comuns assim como as quantidades que podem ser utilizadas para cada um dos edulcorantes. No caso dos açúcares alcoólicos não existem quantidades máximas estabelecidas por lei. Já os açúcares não-nutritivos apresentam quantidades específicas para os diferentes tipos de alimentos <sup>105</sup>.







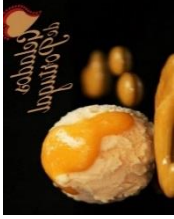
## **Capítulo II – Apresentação da Entidade de Acolhimento**

A Fabridoce – Doces Regionais Lda., atualmente instalada na zona industrial de Cacia, foi fundada em 1989, na cidade de Aveiro. Esta empresa começou por dedicar-se à produção de doces tradicionais da região, sendo os Ovos Moles a sua imagem de marca. Foi também uma das empresas pioneiras, em Aveiro, a preocupar-se com o sistema de segurança e qualidade alimentar. Atualmente, a Fabridoce – Doces Regionais Lda. tem como lema “Inovar mantendo a tradição”. Ao longo dos anos tem-se verificado uma expansão significativa da gama de produtos Fabridoce, havendo uma necessidade crescente de modernizar equipamentos e melhorar as práticas relativas à segurança alimentar, mantendo, ao mesmo tempo, as características tradicionais dos produtos.

Em 2008, a empresa abriu uma loja a si associada, no centro da cidade de Aveiro, denominada “Sabores com Tradição”, onde são apresentados os produtos da empresa numa versão gourmet. No ano seguinte, inauguraram a “Oficina do Doce”, um espaço onde é possível aprender sobre a história associada aos Ovos Moles e a outros doces conventuais ligados à região de Aveiro. Aí se faz também a demonstração do fabrico tradicional dos Ovos Moles, podendo-se mesmo experimentar encher e cortar os Ovos Moles e, no final, provar. Em 2010, a empresa alcançou um patamar de excelência conseguindo o cumprimento dos requisitos da especificação Indicação Geográfica Protegida (IGP) relativamente à produção de Ovos Moles de Aveiro. Mais tarde, em 2012, alcançou um novo patamar ao conseguir a certificação pelo referencial *International Food Standard* – Versão 6, o que possibilita a sua internacionalização. Com o crescimento contínuo da empresa surge também uma maior diversificação dos produtos, tendo sido criada a marca “Gelados de Portugal”, com o objetivo de incorporar sabores tradicionais portugueses em gelados. O sucesso destes gelados levou à abertura de uma gelataria, em 2014, onde o produto é apresentado diretamente ao consumidor.

Atualmente, a Fabridoce – Doces Regionais Lda. tem cinco gamas de produtos (Tabela 4), sendo elas: Gama Tradição Conventual, Gama de Pasteis, Gama de Biscoitos, Gama Inovação e os Gelados de Portugal.

**Tabela 4** - Gamas de Produtos e principais produtos da Empresa Fabridoce – Doces Regionais Lda.

Gama de Produtos e Principais Referências				
Gama Tradição	Gama de Pasteis	Gama de Biscoitos	Gama Inovação	Gelados de Portugal
 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ovos Moles de Aveiro</li> <li>• Moliceiros</li> <li>• Fios de Ovos</li> <li>• Trouxas de Ovos</li> <li>• Pão-de-ló</li> <li>• Conventual</li> <li>• Lampreia de Ovos</li> <li>• Creme de Ovos Moles</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tartes de Amêndoa</li> <li>• Tortas de Azeite</li> <li>• Pastéis de Águeda</li> <li>• Pastéis de Vouzela</li> <li>• Pastéis de Torres Vedras</li> <li>• Salame de Chocolate</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Raivas</li> <li>• Almendrados</li> <li>• Cavacas de Pombal</li> <li>• Beijinhos de Pombal</li> <li>• Telhas de Amêndoa</li> <li>• Suspiros</li> <li>• Rosquinhas Integrais</li> <li>• Rosquinhas de Azeite</li> <li>• Línguas da Sogra</li> <li>• Mós de Chocolate</li> <li>• Esquecidos</li> <li>• Bolos de Gema</li> <li>• Bolo de Amendoim</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pudim de Leite Condensado</li> <li>• Queijinhos de Amêndoa com Ovos Moles</li> <li>• Castanhas de Ovos</li> <li>• Trufas com Ovos Moles</li> <li>• Quindins</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelado de Ovos Moles de Aveiro</li> <li>• Gelado de Mirtilo com Framboesa</li> <li>• Gelado de Leite-Creme</li> <li>• Gelado de Requeijão com Doce de Abóbora</li> <li>• Gelado de Chocolate com Suspiro</li> <li>• Gelado de Banana da Madeira</li> <li>• Gelado de Pastel de Nata</li> <li>• Gelado de Bolacha Maria</li> <li>• Sorvete de Ananás dos Açores</li> </ul>

## **Capítulo III – Levantamento Nutricional dos Produtos da Fabridoce**

Com vista a comparar os diferentes produtos da empresa e avaliar a existência de funcionalidades passíveis de serem especificadas na rotulagem, uma parte do trabalho realizado neste estágio consistiu em compilar os resultados das análises nutricionais realizadas aos produtos da Fabridoce – Doces Regionais por uma entidade externa (SGS Multilab). Esta avaliação foi realizada de acordo com a legislação apresentada no regulamento (CE) N.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho <sup>103</sup>, que apresenta as alegações nutricionais permitidas em alimentos (conforme Introdução), e encontra-se sumariada na Tabela 5.

**Tabela 5** - Valores nutricionais dos produtos da empresa Fabridoce – Doces Regionais Lda.

Produtos	Valores por 100g de produto							
	Energia (kJ/kcal)	Lípidos Totais (g)	Lípidos Saturados (g)	Hidratos de Carbono (g)	Açúcares (g)	Fibras (g)	Proteínas (g)	Sal (g)
Trouxas de ovos	1310/313	16,1	5,37	32,2	30,5	2,7	9,9	0,10
Pudim de Leite condensado	828/197	5,7	3,35	29,3	12,2	<1	7,1	0,19
Tortas de Azeitão	1138/271	9,5	2,50	37,0	31	0,6	9,0	0,21
Ovos Moles	1381/328	9,5	3,02	53,0	51,2	<1	7,9	0,08
Crema de ovos moles	1414/336	11,6	4,08	50,8	47,0	<1	7,3	0,07
Raivas	1912/457	15,5	12,46	71,0	20,4	1	8,6	0,26
Mós de Chocolate	1980/473	23,2	9,54	59,0	36,0	<1	6,6	0,24
Fios de ovos	1546/370	20,3	7,33	33,1	30,3	1,2	13,4	0,10
Tartes de Amêndoa	1441/342	7,2	4,42	62,0	57,6	2,8	5,9	0,49
Pastéis de Torres Vedras	1393/333	10,9	--	51,1	--	7,0	7,7	--
Queijinhos de Amêndoa	1846/441	21,9	3,70	53,0	33,5	4,9	10,6	0,12
Castanhas de ovos	1634/390	17,5	6,16	47,0	43,9	1,1	10,8	0,10
Quindins	1537/368	20,1	12,1	39,0	38,8	2,8	6,4	0,24
Pastéis de Águeda	1490/354	16,4	2,77	56,1	47,1	1,0	6,7	0,01
Trufas com ovos moles	1676/401	19,6	7,99	47,1	37,6	5,2	9,2	0,09
Moliceiros de ovos moles	1456/348	12,6	10,10	50,0	47,5	1,6	8,3	0,12

Produtos	Valores por 100g de produto (continuação Tabela 5)							
	Energia (kJ/kcal)	Lípidos Totais (g)	Lípidos Saturados (g)	Hidratos de Carbono (g)	Açúcares (g)	Fibras (g)	Proteínas (g)	Sal (g)
Pão-de-ló conventual	1437/343	15,5	6,1	39,8	27,1	2,4	12,2	0,15
Pastéis de Vouzela	993/238	3,6	3,60	43,56	42,3	0,4	7,0	1,40
Rosquinhas de Azeite	1284/307	14,0	2,43	52,0	3,9	13,0	24,0	0,50
Gelados de ovos moles	903/215	8,8	5,14	28,0	22,6	<1	6,1	0,11
Gelado de Leite creme	711/169	6,4	3,99	23,0	16,9	<1	4,8	0,19
Gelado de Mirtilo	756/180	5,91	4,8	28,9	22,7	<1	3,0	0,21
Gelado de Requeijão	835/198	6,7	4,45	30,0	26,3	<1	4,6	0,23
Gelado de Chocolate	866/206	6,5	4,67	32,0	19,4	<1	4,5	0,22
Gelado de Banana	729/174	6,5	4,28	22,0	17,5	<1	4,7	0,16
Gelado Pastel de Nata	903/215	8,57	5,7	29,2	21,1	<1	5,2	0,40
Gelado Bolacha Maria	968/230	7,87	6,4	34,6	29,7	0,4	5,4	0,20
Sorvete de Ananás	474/112	<1	<1	27,6	20,0	<1	<1	<0,03

Um dos aspetos avaliados foi o valor energético. Tal como mencionado na Introdução (Tabela 3), para um alimento ser considerado de baixo valor energético é necessário que este valor seja inferior a 170 kJ/40 kcal por 100 g de alimento, o que não se verificou para nenhum dos produtos em avaliação. Para além disso, também nenhum produto pôde ser considerado “leve” ou “light”, uma vez que para isso é necessário que ocorra uma redução de 30% do valor energético quando comparado com um produto semelhante <sup>103</sup>.

Em relação ao teor de gordura, os limites máximos para alegar que um alimento tem baixo teor de gordura ou baixo teor de gordura saturada são de 3 g/100 g e 1,5 g/100 g de produto, respetivamente <sup>103</sup>. No caso dos produtos da Fabridoce (Tabela 5), verificou-se que apenas o Sorvete de Ananás pode apresentar ambas as alegações porque apresenta teores de lípidos (totais e insaturados) inferiores a 1 g/100 g de produto. No entanto, com base neste resultado, não é possível avaliar se este produto pode ser considerado “sem gorduras” ou “sem gorduras saturadas”, uma vez que para isso é necessário que o mesmo apresente um valor inferior a 0,5 g/100 g de produto ou 0,1 g/100 g de produto, respetivamente.



Provavelmente, o método utilizado para a quantificação do teor lipídico não foi suficientemente sensível para detetar valores inferiores a 1 g/100 g de produto, pelo que para avaliar a possibilidade da utilização desta alegação será necessário realizar uma nova análise utilizando um método mais sensível que consiga detetar concentrações inferiores a 1 g/100 g de produto. Os restantes produtos avaliados não podem ter alegações sobre o teor de lípidos, uma vez que apresentam valores mais elevados que os supra referidos.

Outro parâmetro importante para os quais os consumidores estão cada vez mais alertados é o teor de sal de um alimento. Para ser feita a alegação em como o produto apresenta baixo teor de sódio, o mesmo não pode conter mais de 0,04 g de sódio por 100 g ou 0,1 g de sal por 100 g. Para se poder considerar que um produto não apresenta sal, o teor de sal tem de ser inferior a 0,013 g/100 g de alimento <sup>103</sup>. Esta alegação pode constar nos Pastéis de Águeda sendo que estes apresentam 0,01 g/100 g de produto. No caso do Sorvete de Ananás, como apenas se indica que o valor é inferior a 0,03 g por 100 g de produto, não é possível sustentar esta alegação. Provavelmente, tal como acontece para a quantificação do teor de lípidos, o método utilizado para a deteção do teor de sal não detetou valores inferiores a 0,03 g/ 100 g de produto. Assim, para se avaliar a possibilidade de utilizar esta alegação é necessário recorrer a um método mais sensível. Para se alegar que um produto apresenta muito baixo teor de sal é necessário que este apresente valores de sal inferiores a 0,10 g/100 g de produto <sup>103</sup>. Assim, é permitida esta alegação nas Trouxas de Ovos (0,10 g), nos Ovos Moles (0,08 g), nos Cremes de Ovos Moles (0,07 g), nos Fios de Ovos (0,09 g), nas Castanhas de Ovos (0,10 g), nas Trufas com Ovos Moles (0,09 g) e no Sorvete de Ananás (<0,03 g). É ainda permitida a alegação de que um produto apresenta baixo teor de sal quando os teores de sal são inferiores a 0,30 g/100 g de alimento. Assim, pela tabela 5 verifica-se que os produtos como o Pudim de Leite Condensado (0,19 g), as Tortas de Azeitão (0,21 g), as Raivas (0,26 g), os Mós de Chocolate (0,24 g), os Queijinhos de Amêndoa (0,12 g), os Moliceiros de Ovos Moles (0,12 g), o Pão-de-ló conventual (0,15 g), o Gelado de Ovos Moles (0,11 g), o Gelado de Leite Creme (0,19 g), o Gelado de Mirtilo (0,21 g), Gelado de Requeijão (0,23 g), Gelado de Chocolate (0,22 g), Gelado de Banana (0,16 g) e o Gelado de Bolacha Maria (0,20 g) podem conter esta alegação.

Para se considerar que um produto é rico em fibra este tem de apresentar valores de fibra superiores a 6 g/100 g de produto ou 3 g/100 kcal <sup>103</sup>. Assim, apenas os Pastéis de

Torres Vedras (7,0 g) podem ser considerados ricos em fibra. Para considerar que o produto é uma fonte de fibra este tem de apresentar teores de fibra superiores a 3 g/100g de produto ou 1,5 g/100 kcal. Neste sentido, os Queijinhos de Amêndoa (4,9 g) e as Trufas com Ovos Moles (5,2 g) podem conter esta alegação.

Uma alegação que indique que um alimento é rico em proteínas só pode ser feita quando pelo menos 20 % do valor energético do alimento for fornecido por proteínas. Tendo em conta que 1 g de proteínas corresponde a 17 kJ/4 kcal <sup>103,104</sup> verifica-se que apenas as Rosquinhas de Azeite podem conter esta alegação, uma vez que, apresentam 24,0 g de proteína/100 g de produto, o que corresponde a 408 kJ/96 kcal/100 g de produto, ou seja, 31,3% do valor energético. Para o produto ser considerado uma fonte de proteína é necessário que pelo menos 12% do valor energético seja fornecido por proteínas <sup>103</sup>. Deste modo, tendo em conta os valores apresentados na tabela 5, verifica-se que esta alegação pode ser utilizada nas Trouxas de Ovos, Pudim de Leite condensado, Tortas de Azeitão, Fios de Ovos e Pão-de-ló conventual cujas percentagens do valor energético fornecidas pelas proteínas são, respetivamente: 12,7% (9,9 g de proteína, 168kJ/40 kcal), 15,0% (7,1 g de proteína, 121 KJ/30 Kcal), 13,3% (9,0 g de proteína, 153 kJ/36 kcal), 14,4% (13,4 g de proteína, 228 kJ/54kcal) e 14,2% (12,2 g de proteína, 207,4kJ/48,8kcal).

Para um produto ser considerado como baixo no teor de açúcares é necessário que este apresente um valor inferior a 5 g de açúcar/100 g de produto e para se poder considerar que não tem açúcar este valor tem de ser inferior a 0,5 g <sup>103</sup>. Através da tabela 5 é possível verificar que nenhuma destas alegações é permitida para nenhum dos produtos, sendo por isso um dos objetivos desenvolver produtos “sem açúcar”, como se verá nos capítulos seguintes.

## **Capítulo IV – Desenvolvimento de Pão-de-ló sem Açúcar**

No geral, os bolos apresentam uma elevada quantidade de açúcar, assim como um elevado índice glicémico e por isso não devem ser consumidos por diabéticos em elevadas quantidades <sup>106</sup>. Neste trabalho, o pão-de-ló húmido foi um dos produtos selecionados para o desenvolvimento de uma nova versão sem açúcar, adequada ao consumo por diabéticos. Para isso, procurou-se que a receita e as características do produto final fossem o mais próximas possível das do pão-de-ló original, já produzido pela empresa.

### **1. Escolha do adoçante**

Tradicionalmente, o adoçante mais utilizado nos alimentos é a sacarose. Nos alimentos cozinhados, a sacarose providencia doçura, textura, volume, humectação e aumenta o tempo de prateleira do produto. Para além disso, também afeta o sabor, a dimensão, a cor, a dureza e o acabamento superficial do produto <sup>107</sup>. A substituição parcial ou total de sacarose por outros adoçantes pode comprometer as suas qualidades organoléticas <sup>106</sup>, pelo que é necessário selecionar e testar cuidadosamente esses adoçantes e o resultado da sua incorporação nos alimentos.

Os principais constituintes do pão-de-ló são gordura e açúcar, pelo que a substituição da sacarose por outro adoçante pode provocar alterações na textura e no aspeto interno do bolo. Estas alterações estão relacionadas com diferenças na difusão das bolhas de ar, uma vez que a sacarose é importante para incorporação do ar, criando uma “esponja” mais viscosa e mais estável <sup>106</sup>. Esta incorporação e expansão do ar está diretamente relacionada com a qualidade do bolo. Uma massa com baixa viscosidade não consegue aprisionar ar suficiente durante a mistura e reter as bolhas que são formadas durante a cozedura, o que leva a uma diminuição do volume do bolo e da sua expansão <sup>108</sup>. Para além disso, a sacarose também é importante no retardamento da gelatinização do amido durante a cozedura porque elimina a água disponível e consequentemente a atividade da água <sup>109</sup>. Este retardamento permite uma melhor expansão das bolhas de ar devido à pressão gerada pelo dióxido de carbono e pelo vapor de água <sup>106</sup>. A gelatinização do amido é um processo onde a água interage com o amido formando pontes de hidrogénio entre cadeias de amido e entre cadeias de amido e a água.

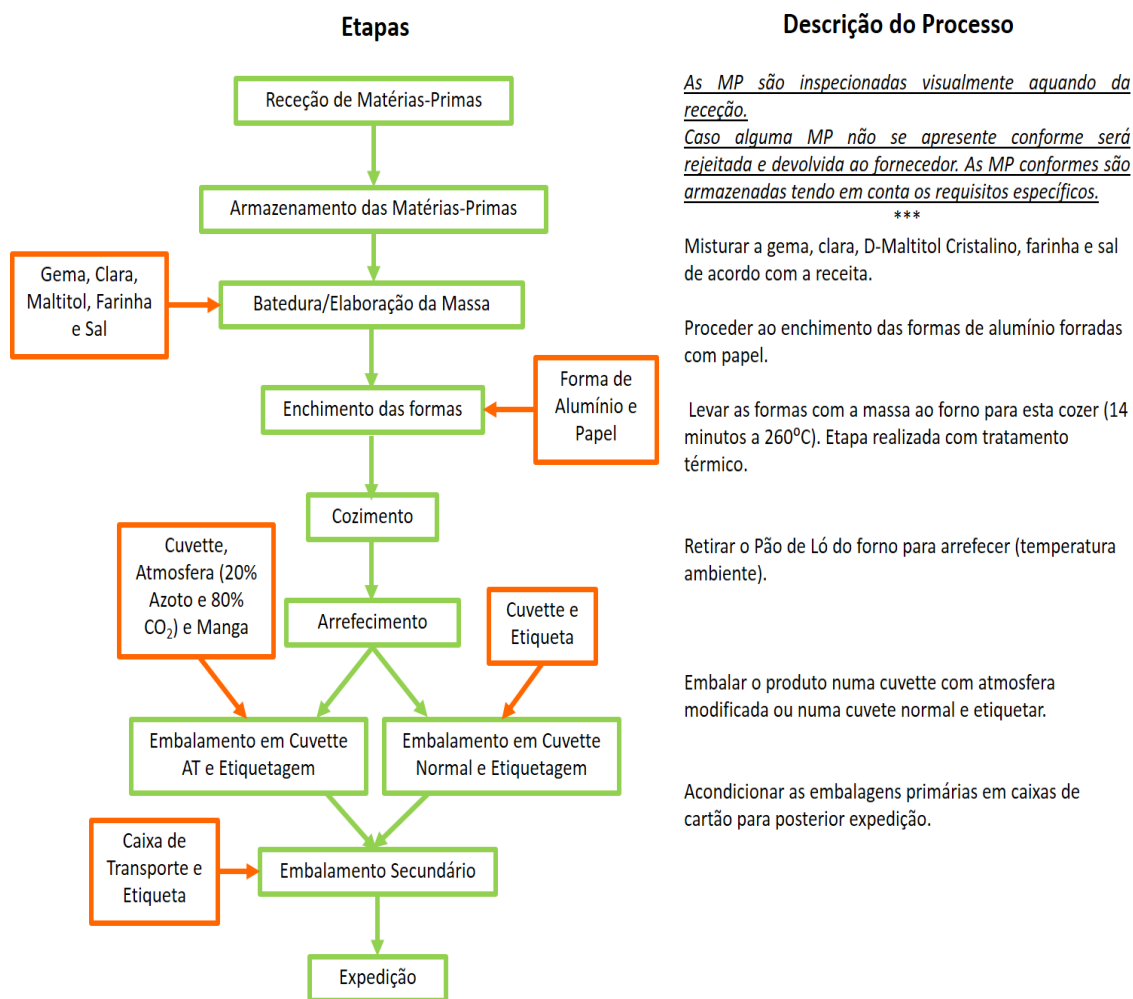
Este processo fortalece a estrutura da massa levando à depressão das bolhas e consequentemente a uma diminuição da expansão da massa. Assim, o atraso da gelatinização do amido permite o desenvolvimento de bolhas de ar e aumenta o desenvolvimento da estrutura porosa do produto final <sup>109,110</sup>.

Tendo em conta a importância do açúcar no desenvolvimento do pão-de-ló, a escolha de um substituinte para a sacarose é um passo bastante importante. Uma primeira escolha a fazer foi entre os adoçantes não-nutritivos e os açúcares alcoólicos. Devido ao seu elevado poder adoçante, os adoçantes não-nutritivos foram rejeitados, uma vez que a quantidade que seria necessário adicionar para obter a mesma doçura que a sacarose seria muito menor. Sendo o açúcar um dos principais constituintes do pão-de-ló, isto implicaria uma grande redução do volume de produto final, pouco favorável para a empresa, financeiramente. Assim, restou a opção dos açúcares alcoólicos. Entre estes, é importante avaliar os diferentes parâmetros como a doçura e a estabilidade ao calor de modo a escolher o mais adequado. De acordo com um estudo realizado por Ronda *et al.* <sup>111</sup>, em que foi avaliado o modo como diferentes substituintes de sacarose (maltitol, manitol, xilitol, sorbitol, isomalte, oligofrutose e polidextrose) afetam a qualidade do pão-de-ló (textura, cor e volume), os bolos com xilitol e com maltitol apresentaram características mais semelhantes ao bolo confeccionado com sacarose e apresentaram as melhores avaliações sensoriais <sup>111</sup>. Posteriormente, foi realizado um estudo por Psimouli *et al.* <sup>112</sup>, em que foi avaliado o modo como diferentes substituintes de sacarose (sorbitol, maltitol, manitol, oligofrutose, lactitol, polidextrose e frutose) afetam as propriedades reológicas da massa dos bolos e as suas características físicas, tendo os melhores resultados sido obtidos com oligofrutose, lactitol ou maltitol. Estes apresentaram um comportamento semelhante à sacarose na reologia da massa e na gelatinização do amido, enquanto que a frutose e o manitol originaram bolos com características de pouca qualidade <sup>112</sup>. Com base nesta informação e tendo em conta que o xilitol e o maltitol apresentam uma doçura próxima da sacarose (1 e 0,5-0,9, respetivamente) e são termicamente estáveis <sup>107</sup>, estes açúcares alcoólicos foram selecionados como os adoçantes mais adequados para substituir o açúcar do pão-de-ló. O facto de a doçura ser semelhante à sacarose é importante porque a quantidade de adoçante adicionada será aproximadamente igual no caso do xilitol e do maltitol, permitindo assim manter o volume final de produto inalterado. Apesar de a quantidade de adoçante adicionada em ambos os casos ser aproximadamente igual, o valor energético será ligeiramente menor, uma vez que, o xilitol e o maltitol providenciam menos

calorias (3 kcal/g para ambos) do que a sacarose (4 kcal/g). No final, devido à disponibilidade de fornecimento, o maltitol foi o adoçante escolhido para os testes realizados neste trabalho.

## **2. Desenvolvimento do pão-de-ló húmido sem açúcar**

Foi realizada uma primeira experiência de produção de pão-de-ló sem açúcar, em que se utilizaram os seguintes ingredientes: Gema de ovo pasteurizada; Clara de ovo; D-Maltitol cristalino (fornecido pela Empresa Roquette, Espanha); Farinha de trigo; Sal (quantidades omitidas devido ao acordo de sigilo com a empresa). O procedimento utilizado para a experiência foi igual ao que é utilizado para a produção de pão-de-ló húmido, com a exceção de que o açúcar (sacarose) foi substituído por maltitol na proporção 1:1. O fluxograma do processo de produção e a respetiva descrição do processo encontram-se apresentados na Figura 1.



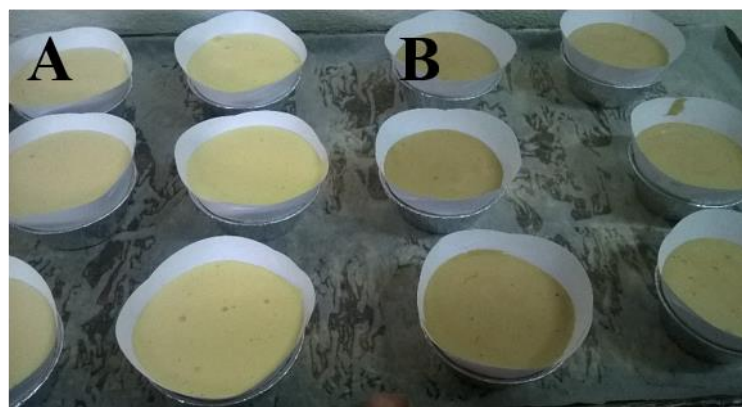
**Figura 1** - Fluxograma do processo de produção do pão-de-ló húmido sem açúcar e respetiva descrição do processo. MP- Matéria-prima.

Numa segunda experiência, para além do maltitol, utilizado em substituição do açúcar, adicionaram-se caramelos (Caramelo 3360 PW e Caramelo 0115 PW ambos fornecidos pela Empresa F. Duarte, Portugal), com o objetivo de testar o efeito nas propriedades sensoriais e verificar qual dos produtos resultaria mais semelhante ao pão-de-ló original. O procedimento utilizado nesta experiência foi semelhante ao apresentado para a experiência anterior, acrescentando a adição dos caramelos durante a elaboração da massa.

### 3. Análises sensoriais

As análises sensoriais foram realizadas por elementos da equipa de gestão da qualidade da empresa juntamente com a gerência. Estas análises têm como objetivo avaliar as características organoléticas dos produtos desenvolvidos assim como a sua validade. Antes da colocação do pão-de-ló de ambas as experiências (com e sem caramelo) no forno,

foi realizada uma análise visual com o intuito de avaliar se a cor e a textura eram semelhantes ao produto original (Figura 2). Verificou-se que a massa do pão-de-ló da primeira experiência (sem caramelo) se encontrava bastante semelhante ao original. A massa do pão-de-ló onde se utilizaram os caramelos também apresentava uma textura semelhante, mas uma cor relativamente mais escura. Após o cozimento, os pães-de-ló foram avaliados sensorialmente ao longo do seu tempo de vida, nomeadamente em termos de aspeto, odor e sabor. No caso da primeira experiência (pão-de-ló com maltitol, sem caramelos) foram realizados dois ensaios, cujas análises sensoriais decorreram durante os primeiros 15 dias de vida do produto. Na figura 3 é possível verificar que o pão-de-ló com maltitol (sem caramelos), após o cozimento, se encontra com um aspeto semelhante ao original, mas com uma cor mais clara. Durante os 15 dias de análises sensoriais o pão-de-ló estava bom, tanto a nível visual como de sabor. A diferença de cor entre ambos os pães-de-ló prende-se pelo facto dos açúcares alcoólicos, ao contrário da sacarose, não promovem a reação de Maillard<sup>113</sup>. A reação de Maillard é uma reação que ocorre entre grupos amino livres e o grupo carbonilo de um açúcar redutor. Esta é uma reação de deterioração térmica que origina uma grande quantidade de produtos denominados produtos da reação de Maillard que inclui compostos aromáticos, intermediários de absorção ultravioleta e melanoidinas (compostos castanhos). Para além disso, o cheiro a “queimado”, o sabor a caramelo e o sabor amargo característicos destes bolos também são resultado desta reação<sup>113,114</sup>. Passados 10 dias (validade atribuída ao pão-de-ló húmido da empresa) o pão-de-ló de ambos os ensaios continuava em bom estado, com sabor característico, húmido por dentro e não se verificou visualmente a presença de degradação. Passados 15 dias, ou seja 5 dias após data de validade, o pão-de-ló ainda se encontrava em bom estado, sem presença notável de degradação. O pão-de-ló ao qual foi adicionado os caramelos encontrava-se demasiado escuro apresentando um aspeto de “pão-de-ló de chocolate” (Figura 3). O sabor a “caramelizado” e “torrado” neste pão-de-ló era mais intenso quando comparado com o original. Assim, uma vez que em termos de aspeto e sabor, o pão-de-ló ao qual foram adicionados os caramelos era significativamente diferente do original, a adição de caramelos foi rejeitada.



**Figura 2** - Registro fotográfico da massa do pão-de-ló com Maltitol antes da cozedura. A) Sem caramelos. B) Com caramelos.



**Figura 3** – Registos fotográficos do pão-de-ló húmido. A) Original. B) Com Maltitol (sem caramelos). C) Com maltitol (com caramelos).

Foram também realizadas provas cegas, com o produto desenvolvido (pão-de-ló com maltitol sem caramelos) e com um semelhante (atualmente produzido pela empresa), de modo a avaliar a perceção de diferenças nas características e no sabor do produto, assim como as preferências. Estas provas foram realizadas com a colaboração da gerência e de colaboradores da empresa que conhecem bem o produto. Nestas provas participaram um total de 13 indivíduos. A estes indivíduos foi dado a provar, lado a lado, um pão-de-ló da empresa e um pão-de-ló onde todo o açúcar (sacarose) foi substituído 1:1 por maltitol. Ambos os bolos foram confeccionados no mesmo dia, com a mesma receita, à mesma temperatura e com o mesmo tempo de cozimento de modo a ter menos fatores possíveis a interferir nas diferenças. Após provarem ambos os bolos, os indivíduos preencheram um questionário no qual identificaram qual dos bolos seria o atualmente produzido pela Fabridoce, quais as diferenças percecionadas (doçura, quantidade de molho, textura, cor) e qual dos bolos preferiram. Este questionário encontra-se reproduzido na Figura 4.



Prove as amostras A e B e de seguida preencha o questionário.

Identifique qual o pão-de-ló Fabridoce.

A ☐ B ☐

Qual das amostras é mais doce?

A ☐ B ☐ Igual ☐

Qual das amostras apresenta mais molho?

A ☐ B ☐ Igual ☐

Qual das amostras tem uma melhor textura (mais fofo)?

A ☐ B ☐ Igual ☐

Identificaram diferenças de cor? Quais?

Qual a que preferiu?

A ☐ B ☐ Porquê?

Identifique outras diferenças.

**Figura 4** – Questionário utilizado nas provas cegas do pão-de-ló.

Após análise das respostas ao questionário verificou-se que das 13 pessoas que realizaram a prova 9 acertaram ao identificar o pão-de-ló que é atualmente produzido pela Fabridoce (com sacarose) enquanto 4 pessoas erraram nesta questão. Na questão da doçura, 12 indivíduos identificaram o pão-de-ló com sacarose como sendo o mais doce, apenas 1 indivíduo identificou o pão-de-ló com maltitol como sendo o mais doce. Em termos de humidade, 9 pessoas identificaram o pão-de-ló com sacarose como sendo mais húmido, 2 identificaram o pão-de-ló com maltitol e 2 pessoas não notaram diferenças. Quando se falou em textura, ou seja, qual dos bolos era mais fofo, as opiniões divergiram. Das 13 pessoas, 4 escolheram o pão-de-ló com sacarose, 4 escolheram o pão-de-ló com maltitol e 5 pessoas não identificaram diferenças entre ambos. Em relação à cor do bolo, 6 pessoas identificaram o bolo com maltitol como sendo mais claro, enquanto 7 pessoas não identificaram nenhuma diferença de cor. Dos 13 indivíduos, 8 preferiram o pão-de-ló com açúcar enquanto 5 preferiram o pão-de-ló com maltitol, sendo que as suas justificações variaram muito em termos das diferentes características. No geral, a maioria dos indivíduos afirmou que apesar de se notarem diferenças nas diferentes características do produto quando estes são provados lado a lado, se estes produtos forem provados em separado estas características não são

suficientemente distintas para o consumidor notar a diferença. Assim, apesar de algumas diferenças no produto identificadas pelos provadores, devido à substituição do açúcar pelo maltitol, o objetivo em termos de características gerais do produto foi atingido uma vez que se obteve um produto considerado semelhante.

#### 4. Análises nutricionais e microbiológicas

As análises nutricionais e microbiológicas foram realizadas por um laboratório externo, o SGS Multilab, que tem parceria com a empresa Fabridoce - Doces Regionais Lda. Os produtos foram recolhidos na empresa e levados para os seus laboratórios para análise. Os resultados destas análises para o pão-de-ló onde ocorreu a substituição da sacarose por maltitol encontram-se na Tabela 6.

**Tabela 6** - Análise nutricional do pão-de-ló original e do pão-de-ló com Maltitol.

Análise	Pão-de-ló Original	Pão-de-ló com Maltitol
<b>Valor Energético (kJ/kcal)</b>	1437/343	1387/331
<b>Lípidos (g)</b>	15,5	15,2
<b>Lípidos Saturados (g)</b>	6,1	5,3
<b>Hidratos de Carbono (g)</b>	39,8	36,9
<b>Açúcares Totais (g)</b>	27,1	<0,1
<b>Fibra (g)</b>	2,4	0,9
<b>Proteínas (g)</b>	12,2	12,1
<b>Sal (g)</b>	0,15	0,310
<b>Sódio (g)</b>	0,06	0,124
<b>Humidade (%)</b>	31,0	34,6
<b>Cinza Total (%)</b>	1,8	1,2

Verificou-se que o pão-de-ló com Maltitol apresenta um valor de açúcares totais inferior a 0,1. Este resultado vai de encontro ao objetivo inicial onde se pretendia obter um pão-de-ló sem açúcar. Verifica-se também uma ligeira diminuição do valor energético (3,5%), dos lípidos (1,9%), lípidos saturados (13,1%), hidratos de carbono (7,3%), proteínas (0,8%) e cinza (33,3%) total quando comparado com os valores obtidos para o pão-de-ló original. Verifica-se uma diminuição mais notória no valor de fibra (62,5%) e da cinza total (33,3%). No caso da humidade total ocorre um ligeiro aumento (10,4%). No caso do sal verifica-se um aumento notório (52%). Tendo em conta que os ingredientes para ambos os bolos são iguais e em iguais quantidades, à exceção da sacarose que é substituída por maltitol numa proporção de 1:1, todos os valores nutricionais deveriam ser semelhantes à exceção

dos hidratos de carbono e dos açúcares totais. As diferenças obtidas podem ter origem numa distribuição não uniforme dos ingredientes no bolo.

Os resultados das análises microbiológicas realizadas pelo mesmo laboratório encontram-se sumariados na Tabela 7. Estas análises têm em conta os valores de referência fornecidos pelo Instituto Nacional de Saúde Ricardo Jorge <sup>115</sup> considerando o pão-de-ló húmido como um elemento do grupo 1 (Produtos com ingredientes totalmente cozinhados). As análises microbiológicas foram realizadas no final de validade do produto (10 dias) de modo a avaliar a segurança microbiológica durante o tempo de vida do mesmo.

**Tabela 7** - Resultado das análises microbiológicas do pão-de-ló com Maltitol.

<b>Análise</b>	<b>Valores de Referência</b>	<b>Pão-de-ló com Maltitol</b>
<b><i>Salmonella</i> (UFC/g)</b>	Ausente em 25 g	Ausente em 25 g
<b>Bolores (UFC/g)</b>	$\leq 10$	$< 10$
<b>Leveduras (UFC/g)</b>	$\leq 10^2$	$< 10$
<b>Bolores e Leveduras (UFC/g)</b>	$< 5 \times 10^2$	$< 10$
<b>Coliformes (UFC/g)</b>	$\leq 10$	$< 10$
<b><i>Staphylococcus coagulase</i> positiva (UFC/g)</b>	$< 10^2$	$< 10^2$
<b><i>Eschericia Coli</i> (UFC/g)</b>	$< 10$	$< 10$
<b>Microorganismos a 30°C (UFC/g)</b>	$\leq 10^2$	20
<b><i>Listeria monocytogenes</i> (UFC/g)</b>	Ausente em 25 g	Ausente em 25 g

Ao analisar a Tabela 7 é possível verificar que todos os valores se encontram dentro dos seus limites de referência. Estes dados validam a segurança do alimento para ser ingerido durante os 10 dias considerados para a sua validade.

## 5. Gestão e acompanhamento da Ficha de Inovação e da Ficha Técnica

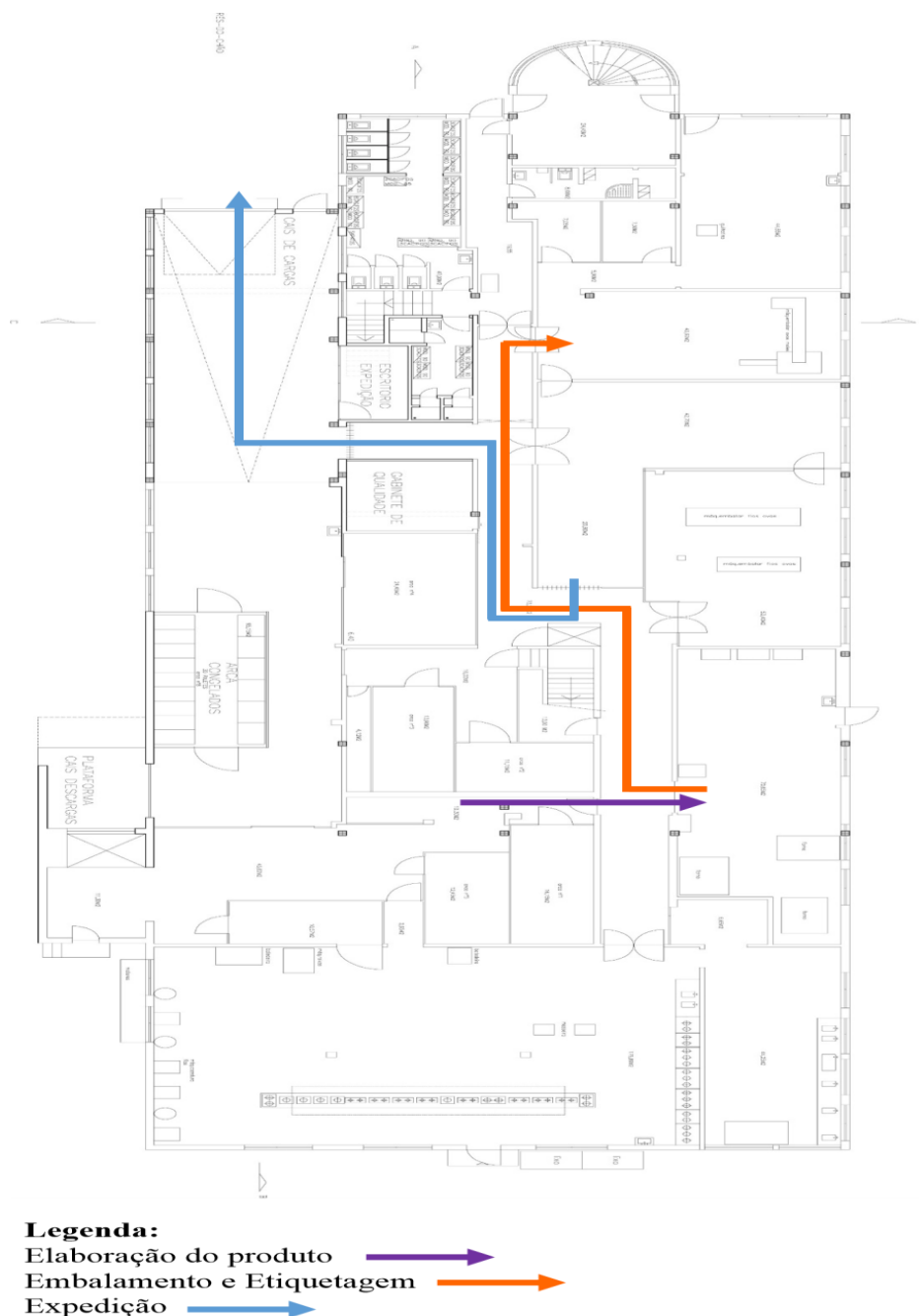
A ficha de inovação do produto é um documento interno da empresa no qual são descritos os aspetos relevantes ao desenvolvimento de novos produtos. Nesta ficha são descritas as diferentes etapas do desenvolvimento do produto e o cronograma a elas

associadas. A ficha de inovação do produto inclui: descrição prévia do produto; identificação de requisitos e recolha de informação; identificação das necessidades de recursos humanos, materiais e serviços externos; necessidade de qualificação de fornecedores; descrição e resultados das análises, testes e ensaios; apreciação/provas organoléticas; aprovação do cliente (quando aplicado); documentação para a produção, qualidade e HACCP; e aprovação final para comercialização. A ficha de inovação do produto, desenvolvida no âmbito do presente estágio, encontra-se no anexo 1.

A ficha técnica também é um documento interno da empresa que apresenta informações relativas à identificação do produto (nome, descrição do produto, condições de conservação, consumidor alvo e prazo de validade), aos ingredientes que compõe o produto identificando os alérgenos, às características físicas e organoléticas, à caracterização microbiológica e físico-química do produto e à descrição das embalagens. Esta ficha tem como objetivo fornecer dados objetivos do uso previsto do produto e as condições que garantem a segurança do consumidor. A ficha técnica do pão-de-ló com maltitol, preparada no âmbito deste estágio, encontra-se no anexo 2.

## **6. Circuito de produção do pão-de-ló com Maltitol**

Os circuitos definem os percursos percorridos pelas matérias-primas, pessoal, produtos acabados e lixos. Estes percursos devem ser estabelecidos de modo a evitar a contaminação cruzada entre os diversos elementos e as várias etapas da produção de um alimento acabado. Na figura 5 encontra-se o circuito de produção do pão-de-ló com Maltitol. Este circuito é igual ao que é utilizado atualmente pela empresa para o seu pão-de-ló.

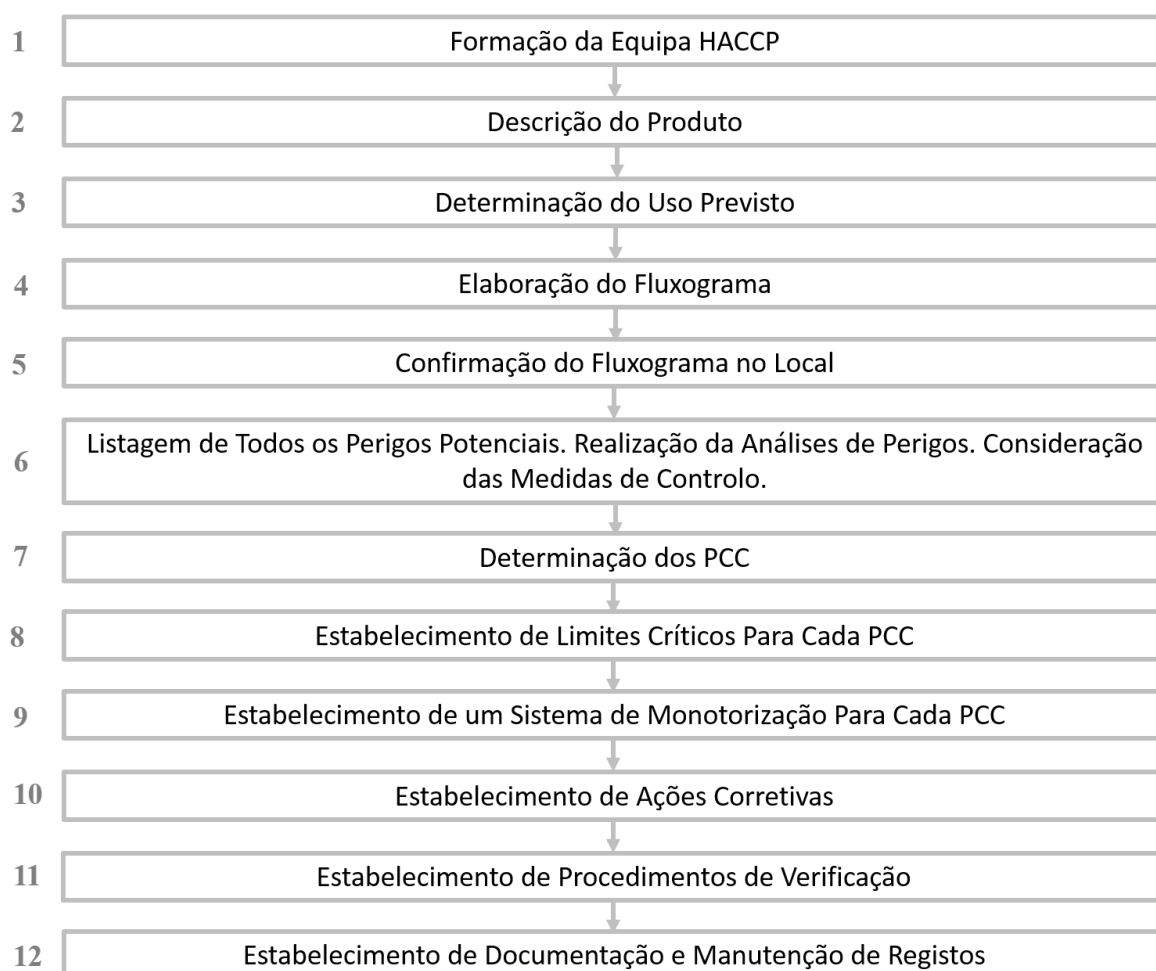


**Figura 5 - Circuito de produção do pão-de-ló com Maltitol**

## 7. Revisão do HACCP

Aquando o desenvolvimento de novos produtos é necessário a revisão do HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point* / Análise de Perigos e Controlo dos Pontos Críticos) da empresa de modo a incluir esse produto ou a sua implementação caso a empresa não tenha um HACCP implementado. O HACCP é um sistema que permite identificar, avaliar e controlar os perigos que são significativos para a segurança do alimento. Este

sistema pode ser aplicado a qualquer fase da cadeia alimentar de modo a avaliar os perigos e estabelecer sistemas de controlo focados na prevenção ao invés da análise do produto final <sup>116</sup>. O sistema HACCP consiste em 7 princípios <sup>117</sup>: 1 - Realizar uma análise de perigos; 2 - Determinar os PCC (Pontos Críticos de Controlo); 3 - Estabelecer o(s) limite(s) crítico(s); 4 - Estabelecer um sistema para monitorizar o controlo dos PCC; 5 - Estabelecer a ação corretiva a ser adotada quando o monitoramento indicar que um determinado PCC não está sob controlo; 6 - Estabelecer procedimentos de verificação para confirmar que o sistema HACCP está a funcionar com eficácia; 7 - Estabelecer um sistema de documentação de todos os procedimentos e os registos apropriados a esses princípios e à aplicação dos mesmos. A implementação de um sistema HACCP segue normalmente uma metodologia constituída por 12 passos sequenciais, que se baseiam nos princípios enunciados (Figura 6).



**Figura 6** - Sequência lógica para aplicação do HACCP. Adaptado de <sup>117</sup>.

Para que um Sistema HACCP seja eficaz, este deve ser acompanhado de um programa de pré-requisitos que garantem a segurança dos alimentos. Os principais pré-requisitos que se devem ter em consideração são: construção das instalações (localização, desenho higiénico, fluxo linear de produtos, controlo de circulação de materiais e pessoas); manutenção das instalações; ventilação (renovação de ar adequada, evitar circulação de ar das áreas sujas para as áreas limpas); iluminação adequada; qualificação e avaliação de fornecedores (fornecedores têm que ter HACCP implementado e a ser utilizado); especificações (matérias-primas, materiais de embalagem e produtos finais); equipamento (manutenção, calibração, verificação); higienização (procedimentos de limpeza e desinfeção); higiene pessoal; controlo de produtos químicos; receção, armazenamento e expedição; rastreabilidade, notificação e recolha (identificação de matérias-primas e produtos); controlo de pragas (programa de prevenção de pragas); remoção de resíduos (minimizar contaminação, odores e pragas, sistema de esgotos); abastecimento de água (características segundo legislação); instalações sanitárias <sup>117</sup>. Na Fabridoce – Doces Regionais Lda., todos estes pré-requisitos se encontram implementados segundo Código de Boas Práticas elaborado pela empresa. O Código de Boas Práticas é um documento elaborado pela empresa que descreve detalhadamente todos os pré-requisitos necessários à empresa. Ao avaliar este documento verificou-se que não é necessário realizar alterações, uma vez que todos estes pré-requisitos que são necessários aplicar para manter a segurança do produto já se encontram aplicados de modo a manter a segurança de outros produtos, como por exemplo o pão-de-ló húmido.

Posteriormente foram avaliados todos os documentos associados ao HACCP da empresa de modo a avaliar quais as alterações necessárias. Inicialmente foi necessário descrever o produto e identificar o seu uso previsto. Esta informação está contida na ficha técnica do produto mencionada no ponto 5 e é apresentada no anexo 2. Foi também necessária a elaboração do fluxograma do processo, já apresentado na figura 1, e a sua confirmação no local. O passo seguinte na revisão do HACCP passa pela identificação, análise e controlo de perigos. Tendo em conta que todos os ingredientes, à exceção do maltitol, e todas as etapas de produção são iguais às que são utilizadas no pão-de-ló original, todos os riscos associados a este produto também são iguais, com exceção dos riscos associados ao maltitol. Assim, apenas foi necessário avaliar os riscos associados ao maltitol durante a receção do produto e durante o seu armazenamento. Na etapa da receção não foram

identificados nenhuns perigos enquanto que na etapa de armazenamento foi identificado um perigo biológico e um perigo físico. O perigo biológico consta devido à possibilidade de presença de bolores no produto devido à humidade no espaço onde é armazenado. Como medidas de controlo deste perigo é importante o cumprimento das práticas de higiene das instalações e o controlo da qualidade do ar. O perigo físico deve-se à possibilidade de contaminação com corpos estranhos por colaboradores no levantamento das matérias-primas. Este perigo tem como medida de controlo o cumprimento das práticas de higiene das instalações. Ao analisar os perigos foi necessário avaliar os seus riscos e para isso foi tido em conta a probabilidade de ocorrência desses perigos e a severidade dos efeitos prejudiciais à saúde. A severidade é classificada em 3 níveis: baixa (1), média (2) e alta (3). A avaliação da probabilidade tem em conta fatores estatísticos como o número de ocorrências por ano e o histórico de ocorrências na empresa. Esta é também classificada em 3 níveis: pouco provável (1), provável (2), muito provável (3). Assim, de modo a identificar os perigos significativos foi construída uma tabela de severidade versus probabilidade. Um risco é considerado significativo quando o valor do quadro é igual ou superior a 3. Apenas os riscos significativos são considerados para avaliar se são ou não pontos críticos de controlo (PCC). Neste sentido, uma vez que nenhum dos riscos associados ao maltitol foram considerados significativos, significa que também não ocorreram alterações na identificação de pontos críticos de controlo (anexo 3 e 4).





## **Capítulo V – Desenvolvimento de Gelados sem Açúcar Adicionado**

Os gelados produzidos pela Fabridoce – Doces Regionais Lda. estão inseridos na marca “Gelados de Portugal”. Para além de serem fornecidos a outras empresas para revenda, são também vendidos na gelataria “Gelados de Portugal” situada no centro de Aveiro. Tendo em conta a elevada procura dos clientes por gelados com os sabores típicos portugueses numa versão sem açúcar ou com açúcar reduzido, optou-se por escolher 4 dos gelados já produzidos para os testes de desenvolvimento: um gelado com um sabor comum (Chocolate), um gelado de fruta (Mirtilo com Framboesa), um gelado com um sabor típico português (Leite-Creme) e um sorvete (Ananás).

### **1. Escolha do adoçante**

Os adoçantes, como a sacarose, são essenciais para o sabor adocicado dos gelados, tendo também um papel importante na cristalização do gelo, principalmente pela depressão do ponto de congelação <sup>118</sup>. Para além disso, os adoçantes influenciam a viscosidade, a temperatura de transição vítrea e têm a capacidade de exercer efeitos específicos ao nível da inibição do crescimento dos cristais de gelo. Os diferentes adoçantes influenciam o ponto de congelação da água de diferentes formas, sendo este dependente do número de pequenas moléculas presentes. Em geral, nos gelados, quanto maior o conteúdo de sacarose menor é o tamanho dos cristais de gelo, o que é benéfico do ponto de vista da textura e propriedades sensoriais <sup>119</sup>. No entanto, grandes quantidades de açúcar podem tornar o gelado demasiado doce, pelo que a sacarose é frequentemente substituída por outros adoçantes <sup>118</sup>.

Os adoçantes utilizados na constituição do gelado são importantes para a sua textura e por isso, ao planear a produção de gelados sem açúcar, é importante escolher um substituto que forneça uma textura semelhante. Tal como aconteceu no caso do desenvolvimento do pão-de-ló sem açúcar, os adoçantes não-nutritivos foram rejeitados devido ao seu elevado poder adoçante. Os açúcares alcoólicos, assim como a sacarose, diminuem o ponto de congelação numa extensão maior que os dissacarídeos e semelhante aos monossacarídeos <sup>120</sup>. Assim, teoricamente, os açúcares alcoólicos apresentam as características necessárias para substituir a sacarose no gelado. Dentro dos açúcares alcoólicos optou-se por

experimental o Maltitol, com o intuito de se utilizar o mesmo adoçante em todos os produtos sem açúcar. Para além disso, estudos prévios indicam que a utilização de Maltitol como substituinte dos açúcares nutritivos apresenta uma elevada aceitabilidade <sup>121,122</sup>. Em particular, ao comparar um gelado de baunilha com Maltitol com um gelado de baunilha normal verificou-se que no geral, o sabor, a textura, o aspeto e a avaliação global do produto não apresentaram diferenças significativas entre os dois produtos <sup>121,122</sup>. Quanto ao sabor a longo prazo, passados os 6 meses verificou-se que o gelado normal tinha perdido mais sabor do que o gelado com Maltitol <sup>121</sup>.

## **2. Preparação dos gelados**

Os passos realizados na preparação dos 3 gelados (chocolate, mirtilo com framboesa e leite creme) e do sorvete de ananás foram muito semelhantes (Figura 7). Para todos os gelados/sorvetes foi inicialmente preparada uma base/xarope, sendo que os ingredientes diferiram dependendo do gelado que se pretendia obter. Nos gelados e sorvetes, aqui apresentados um dos ingredientes comuns, para além do maltitol, é a utilização de uma mistura de emulsionantes e estabilizantes. Os emulsionantes (agentes tensioativos que facilitam a mistura dos lípidos com a água devido à sua natureza anfipática <sup>120</sup>) têm um papel importante, nomeadamente para: i) promover a qualidade da mistura; ii) produzir um gelado mais seco de modo a facilitar a sua modelação; iii) providenciar um corpo e uma textura mais suave no produto final; e iv) produzir um produto com melhores qualidades e resistente ao descongelamento <sup>123</sup>. Os estabilizantes (tipicamente polissacarídeos que apresentam a capacidade de interagir com a água <sup>120</sup>) são utilizadas nos gelados com o objetivo de: i) produzir suavidade no corpo e textura do gelado; ii) retardar ou reduzir o crescimento de cristais de gelo e de lactose durante o armazenamento; iii) providenciar uniformização do produto e resistência ao derretimento <sup>123</sup>.

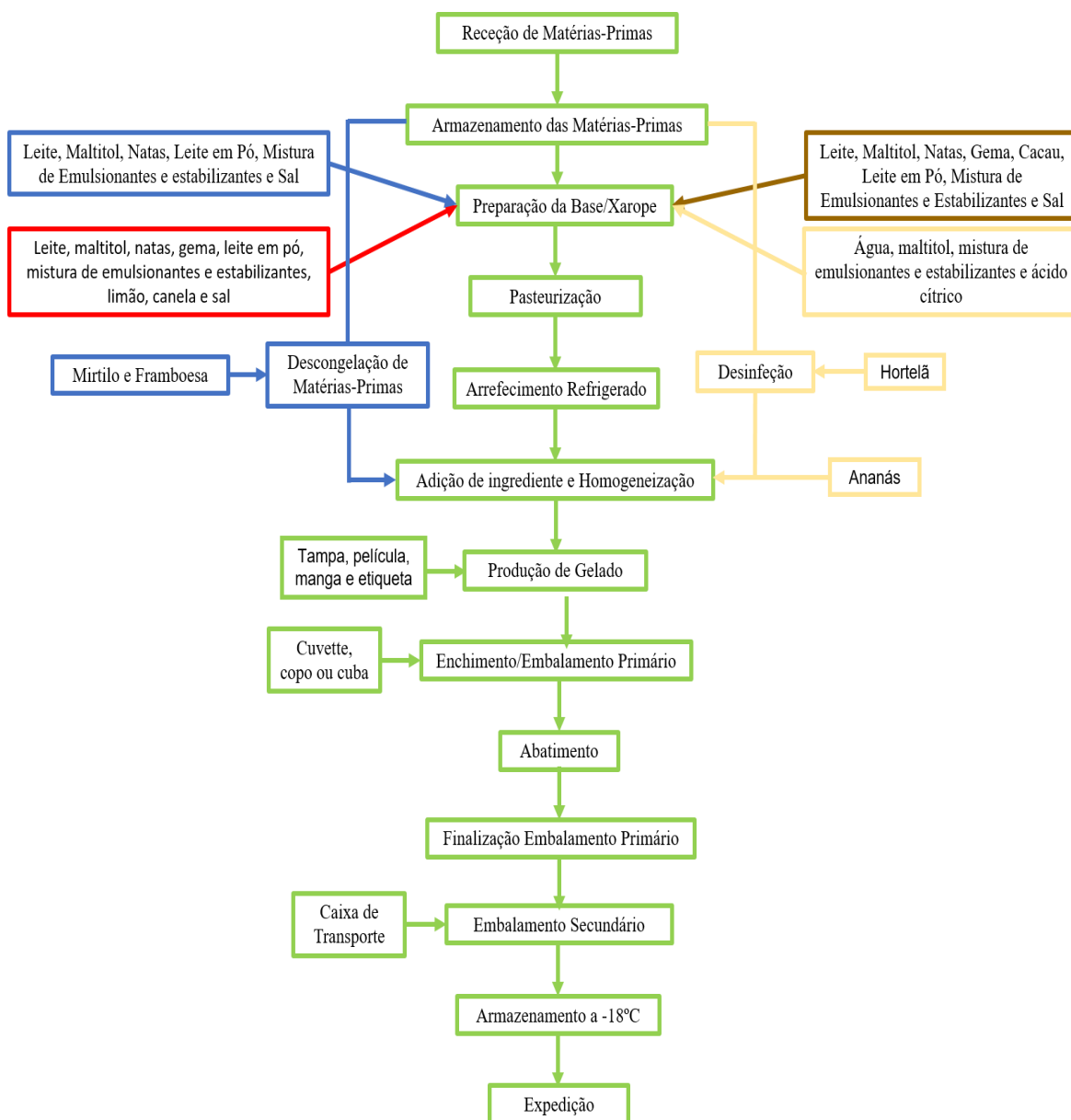
Após a produção da base/xarope, esta foi submetida a pasteurização e arrefecimento refrigerado. A pasteurização é um processo no qual ocorre a destruição de microrganismos patogénicos e de deterioração e a inativação de lipases <sup>118,123</sup>. Tem também um papel importante no desenvolvimento de coloides ao derreter as gorduras para permitir uma melhor homogeneização <sup>123</sup>. É desejado que ocorra um aquecimento intenso da mistura de modo a diminuir a sua suscetibilidade à auto-oxidação <sup>118</sup>. Existem diferentes formas de pasteurização dependendo do tempo/temperatura <sup>120</sup>. No caso da Fabridoce – Doces

Regionais Lda., a pasteurização ocorre por um processo contínuo, em que a mistura sofre um tratamento térmico de, no mínimo, 79,9°C durante um tempo mínimo de 25s. Durante o processo de pasteurização ocorre também uma homogeneização inicial. A homogeneização é responsável pela formação da emulsão de gordura, ao forçar a mistura quente a passar por um orifício pequeno a pressões moderadas (ex. 15,5-18,9 MPa). Assim, são formadas gotículas de gordura mais pequenas e uniformes, resultando numa maior estabilidade das gotículas de gordura durante a maturação, uma melhor capacidade de batadura e um produto final mais suave e uniforme <sup>123</sup>. De seguida, ainda na pasteurizadora, ocorre um processo de refrigeração onde a mistura é arrefecida até uma temperatura de 4°C. Todo este processo ocorre em agitação constante. Após a mistura sair da pasteurizadora esta foi submetida a uma nova homogeneização, onde se utilizou uma varinha industrial para triturar e misturar os ingredientes que foram adicionados neste passo.

Aquando da homogeneização foi medido o grau brix (°Bx) de todas as misturas. O grau brix é uma escala do índice de refração usada para medir a quantidade de sólidos diluídos numa solução (açúcares). Esta medição foi realizada de modo a desenvolver produtos com um °Bx aproximado à gama de valores a empresa considera ideal para obter a doçura e a textura pretendidas em cada gelado/sorvete. No caso dos gelados o valor ideal situa-se na gama 38-42, enquanto para os sorvetes o valor ser aproximadamente 32. Num primeiro ensaio com o gelado de chocolate, foi obtido um grau brix de 49.2°Bx, fora da gama pretendida, pelo que se realizou um novo ensaio diminuindo a quantidade de maltitol em 13,6%. Neste segundo ensaio o valor obtido foi 40.4°Bx, valor este dentro da gama pretendida. Para o gelado de leite-creme, mirtilo com framboesa e para o sorvete de ananás apenas se realizou um ensaio, obtendo-se graus brix de 42.0°, 40.3° e 35.4°, respetivamente.

Na Fabridoce a produção de gelados e sorvetes ocorre numa produtora de gelados. Este equipamento é responsável pelo processo de congelação que implica uma refrigeração rápida da mistura para uma temperatura inferior a 0°C. Esta refrigeração rápida é importante para que, enquanto ocorre a formação do gelo, seja incorporado ar no interior do gelado. Ambos mecanismos têm que ocorrer simultaneamente porque após o congelamento da água é impossível incorporar mais ar e porque o congelamento após a incorporação de ar provoca uma agitação dos glóbulos de gordura insuficiente, podendo danificar a estrutura do gelado

<sup>118</sup>. Por fim, ocorreu o embalagem primário do gelado, seguido de um abatimento de temperatura, ou seja, uma rápida diminuição da temperatura do gelado para -18°C.

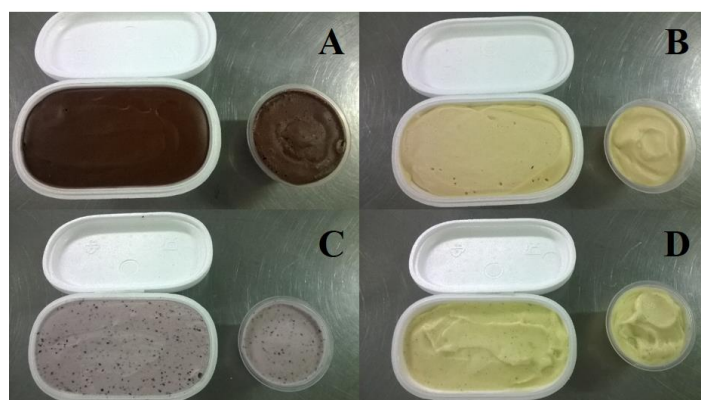


**Figura 7** - Fluxograma do processo de produção de gelados e sorvetes. Castanho – Gelado de Chocolate. Vermelho – Gelado de Leite-Creme. Azul – Gelado de Mirtilo com Framboesa. Amarelo – Sorvete de Ananás

### 3. Análises Sensoriais

Foram realizadas análises sensoriais aos 3 gelados e ao sorvete desenvolvidos. Estas análises foram efetuadas pela gerência e por elementos da equipa de gestão da qualidade da Fabridoce. O gelado de Chocolate do segundo ensaio (menor quantidade de maltitol) foi submetido a três provas sensoriais, 1 dia, 6 dias e 45 dias após produção. Nas três provas foi possível verificar que em termos de sabor, textura e aspeto o gelado era semelhante ao

original (Figura 8A). Ao gelado de Leite-Creme foram feitas quatro provas sensoriais, 7 dias, 15 dias, 38 e 65 dias após produção. Na primeira prova realizada a este gelado, este apresentava um sabor, aspeto e textura semelhantes ao original, no entanto apresentava um final de boca desagradável (Figura 8B). Nas provas seguintes, o final de boca desagradável persistiu e para além disso também se verificou uma consistência mais oleosa e uma textura areosa. O Gelado de Mirtilo com Framboesa foi avaliado sensorialmente duas vezes, 1 dia e 15 dias após produção. No primeiro dia houve alguma divergência de opiniões em relação ao sabor do gelado, sendo que em textura e aspeto era semelhante ao original (Figura 8C). No entanto, logo nesta análise foi possível perceber que o sabor do gelado estava diferente do original. Na prova seguinte todos os indivíduos que a realizaram concordaram que apesar da textura do gelado se manter boa, em termos de sabor este apresentava-se muito alterado chegando a ser desagradável. O Sorvete de Ananás também foi submetido a quatro provas sensoriais, 13, 14, 37 e 64 dias após produção. Nas quatro provas as opiniões foram constantes, o gelado em termos de sabor, textura e aspeto estava semelhante ao original (Figura 8D).

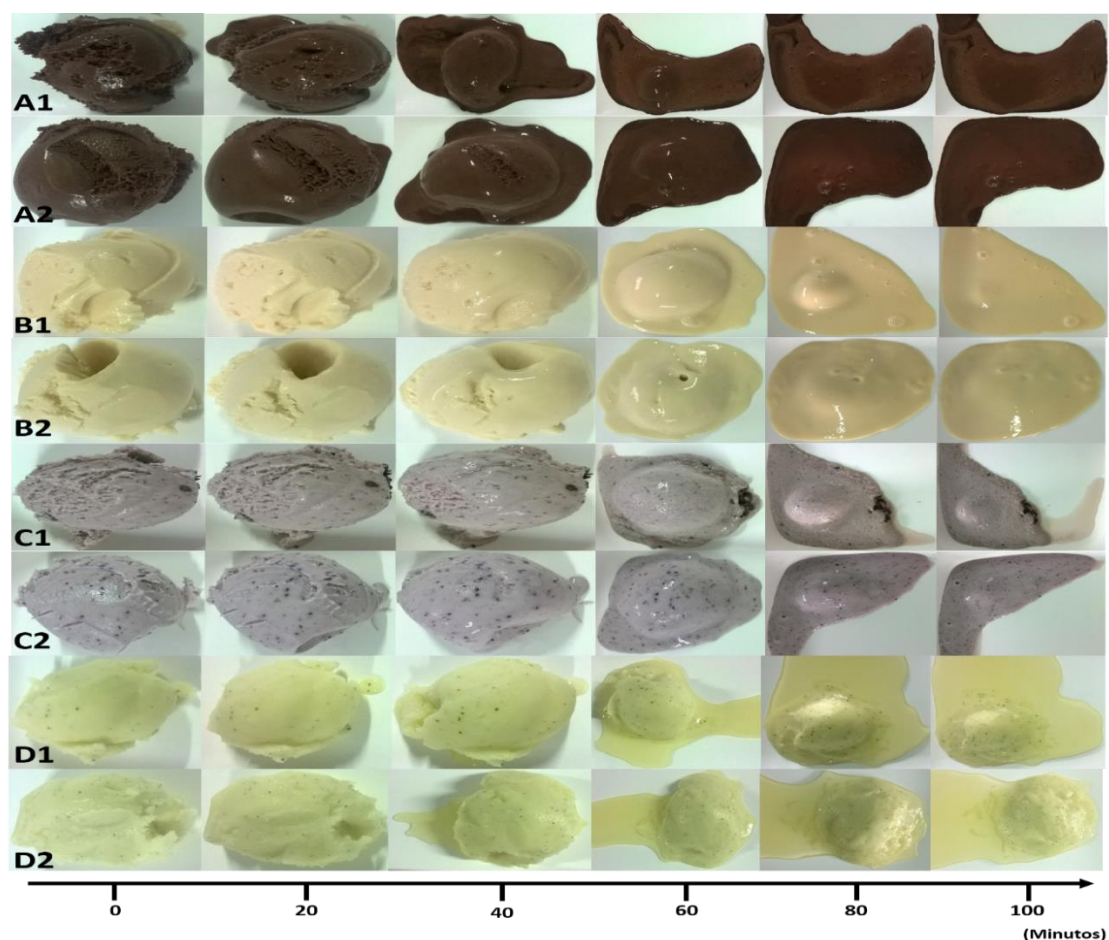


**Figura 8** - Registo fotográfico dos gelados sem açúcar. A) Gelado de Chocolate. B) Gelado de Leite-Creme. C) Gelado de Mirtilo com Framboesa. D) Sorvete de Ananás.

#### **4. Estudo do descongelamento do gelado**

O conhecimento do padrão de descongelação dos gelados é importante para que a empresa entenda o tempo e a temperatura ideais para que os gelados sejam usufruídos da melhor forma pelos clientes. Para além disso, também é importante para perceber o tempo que os gelados aguentam sem descongelar para que possam ser servidos na forma de bolas de gelado na gelateria da empresa. Deste modo, foi realizado um estudo sobre o descongelamento dos 3 gelados e do sorvete com maltitol, de modo a comparar o seu

comportamento de descongelamento com o dos produtos originais. Este estudo foi realizado durante 100 minutos, a uma temperatura de 13,5°C que corresponde à temperatura a que se encontra a sala onde ocorre a produção dos gelados. Os resultados deste estudo podem ser observados na Figura 9. Verificou-se que os três gelados e o sorvete sem açúcar apresentaram um padrão de descongelamento semelhante ao seu equivalente com açúcar. Estes resultados vão de encontro ao esperado, uma vez que a única diferença entre ambos é a presença ou não de açúcares adicionados. Dos quatro produtos avaliados, o gelado de chocolate foi o que apresentou uma descongelação mais rápida, sendo que aos 20 minutos se observavam sinais de descongelamento superficial, aos 60 minutos estava maioritariamente descongelado, atingindo a descongelação total aos 80 minutos. Nos restantes 3 produtos, os sinais de descongelamento superficial começaram a ser notórios a partir dos 40 minutos e atingiram o descongelamento total aos 100 minutos.



**Figura 9** - Estudo do descongelamento dos gelados a uma temperatura ambiente de 13,5°C. A1) Gelado de Chocolate Fabridoce. A2) Gelado Chocolate com maltitol. B1) Gelado de Leite-Creme Fabridoce. B2) Gelado de Leite-Creme com maltitol. C1) Gelado de Mirtilo com Framboesa Fabridoce. C2) Gelado de Mirtilo com Framboesa com maltitol. D1) Sorvete de Ananás Fabridoce. D2) Sorvete de Ananás com Maltitol.

As características de descongelamento do gelado são influenciadas pelos ingredientes, armazenamento de ar e o conteúdo de gelo <sup>124</sup>. O ar presente na atmosfera onde se encontra o gelado transfere calor ao gelado o que leva ao derretimento dos cristais de gelo. Inicialmente, o derretimento ocorre na superfície do gelado e ocorre um efeito de arrefecimento local. A água proveniente do derretimento do gelo difunde-se na fase descongelada do sêrum viscoso, e flui para baixo pela superfície do gelado. Quando ocorre uma penetração suficiente de calor de modo a derreter os cristais de gelo no interior do gelado, o fluxo da solução diluída provem também do interior do gelado <sup>125</sup>. Assim, diferentes descongelamentos estão associados a diferentes constituintes ou diferentes proporções dos mesmos. Ao comparar os ingredientes dos gelados de chocolate, leite-creme e de mirtilo com framboesa é possível verificar que a quantidade de maltitol e de lípidos é semelhante entre si. No entanto, o gelado de chocolate leva uma menor quantidade de mistura de emulsionantes e estabilizantes comparando com os restantes dois, o que pode ser responsável pelo seu derretimento mais rápido. No caso do sorvete de ananás, apesar deste apresentar poucos ou nenhuns lípidos, a falta de lípidos é compensada por uma maior quantidade de maltitol e de mistura de emulsionantes e estabilizantes de modo a adiar o derretimento do mesmo.





## **Capítulo VI – Conclusões e Perspetivas Futuras**

A Fabridoce é uma empresa que está em constante crescimento e por isso há a necessidade de desenvolver novos produtos para abranger diferentes nichos de mercado. Os produtos sem açúcar e, em particular, sem açúcar adicionado são cada vez mais procurados. Assim, durante o meu estágio na Fabridoce tive como principais objetivos familiarizar-me com o meio empresarial e contribuir para o desenvolvimento de produtos sem açúcar, com base na reformulação de doces já produzidos pela empresa. No total foram 5 os produtos que se tentou desenvolver, tendo sido o pão-de-ló sem açúcar (com maltitol) o produto que chegou mais longe no processo de desenvolvimento. A partir das análises nutricionais e sensoriais, verificou-se que se obteve um produto saboroso e com zero açúcares, considerando-se concluídos os testes e o trabalho de desenvolvimento deste produto. Foram ainda contactadas a Associação Protetora dos Diabéticos de Portugal (APDP), a Direção Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV) e o Instituto do Consumidor, com o intuito de perceber quais os documentos necessários para poder lançar o produto no mercado com a alegação “sem açúcar”. Até ao momento de redação desta dissertação, apenas obtive resposta por parte da APDP que me direcionou para contactar o Instituto do Consumidor.

Os gelados sem açúcar e sem açúcar adicionado (gelados de fruta) são produtos muito procurados na Gelataria Sabores de Portugal. Durante o presente estágio foi iniciado o desenvolvimento de alguns gelados em que o açúcar foi substituído por maltitol. O gelado de chocolate e o sorvete de ananás foram os mais bem-sucedidos em termos sensoriais. Quanto ao gelado de chocolate, será necessário realizar análises nutricionais e microbiológicas para se concluir o seu processo de desenvolvimento. Para além disso, de modo a que este gelado se torne mais semelhante ao original, será necessário otimizar a produção de suspiro com adoçante (não-nutricional ou açúcar alcoólico) que possa ser adicionado ao gelado. O desenvolvimento do suspiro complementaria o gelado de chocolate e assim a empresa poderia ter um gelado muito semelhante ao original, podendo apresentar ambas as variedades ao consumidor, com e sem açúcar. Finalmente, é de referir que será necessário esperar pelo menos um ano após o fabrico do gelado para avaliar a sua validade. O sorvete de ananás com maltitol, apesar de sensorialmente aceite, torna-se um gelado muito dispendioso para empresa, pelo que esta não demonstrou grande interesse em continuar com

o seu desenvolvimento. Quanto ao gelado de Leite-Creme foi sugerido que houvesse uma repetição do ensaio de modo a perceber se o sabor desagradável que se obtém no final de boca é proveniente do maltitol ou da casca de limão. O gelado de Mirtilo com Framboesa é um gelado muito complexo devido à adição da fruta. Por este motivo, e por ter obtido análises sensoriais negativas, a gerência decidiu suspender o seu desenvolvimento.

Concluindo, pode dizer-se que os objetivos deste estágio foram grandemente atingidos, tendo-se conseguido desenvolver um novo produto destinado ao consumo por diabéticos, o pão-de-ló sem açúcar, e iniciado o desenvolvimento de alguns gelados, fornecendo à empresa um conjunto de informações importantes para trabalho futuro. Este estágio permitiu-me ainda conhecer o meio empresarial e desenvolver novas competências.

## **Bibliografia**

- (1) Relatório Anual do Observatório Nacional da Diabetes (2015) Diabete Factos e Números o Ano de 2014.
- (2) Association, A. D. (2004) Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *Diabetes Care* 27, S5–S10.
- (3) Gaw, A., Murphy, M., Srivastava, R., Cowan, R., and O'Reilly, D. (2012) Clinical Biochemistry 5th ed.
- (4) Alberti, K. G., and Zimmet, P. F. (1998) Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Provisional report of a WHO consultation. *Diabetic Medicine* 15, 539–553.
- (5) Simoneau, J. A., and Kelley, D. E. (1997) Altered glycolytic and oxidative capacities of skeletal muscle contribute to insulin resistance in NIDDM. *Journal of applied physiology* 83, 166–171.
- (6) Kelley, D. E., He, J., Menshikova, E. V., and Ritov, V. B. (2002) Dysfunction of mitochondria in human skeletal muscle in type 2 diabetes. *Diabetes* 51, 2944–2950.
- (7) Daneman, D. (2006) Type 1 Diabetes. *Lancet* 367, 847–858.
- (8) Cnop, M., Welsh, N., Jonas, J., Jo, A., and Lenzen, S. (2005) Mechanisms of pancreatic beta-cell death in type 1 and type 2 diabetes: Many differences, few similarities. *Diabetes* 54, S97–S107.
- (9) Devendra, D., Liu, E., Eisenbarth, G. S., and Davis, B. (2004) Clinical review Type 1 diabetes : recent developments. *British Medical Journal* 328, 750–754.
- (10) Eizirik, D. L., and Mandrup-Poulsen, T. (2001) A choice of death - The signal-transduction of immune-mediated beta-cell apoptosis. *Diabetologia* 44, 2115–2133.
- (11) Butler, A. E., Janson, J., Bonner-weir, S., Ritzel, R., Rizza, R. A., and Butler, P. C. (2003) Beta-cell deficit and Increased beta-cell apoptosis in humans with type 2 diabetes. *Diabetes* 52, 102–110.
- (12) Choudhary, P. (2004) Review of dietary recommendations for diabetes mellitus. *Diabetes Research and Clinical Practice* 65, 9–15.
- (13) Jenkins, D. J., Kendall, C. W., Augustin, L. S., Franceschi, S., Hamidi, M., Marchie, A., Jenkins, A. L., and Axelsen, M. (2002) Glycemic index: overview of implications in health and disease. *The American Journal of Clinical Nutrition* 76, 266S–273.
- (14) Connor, H., Annan, F., Bunn, E., Frost, G., McGough, N., Sarwar, T., and Thomas, B. (2003) The implementation of nutritional advice for people with diabetes. *Diabetic Medicine* 20, 786–807.
- (15) Chandalia, M., Garg, A., Lutjohann, D., von Bergmann, K., Grundy, S. M., and Brinkley, L. J. (2000) Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. *The New England Journal of Medicine* 342, 1392–1398.
- (16) Montonen, J., Knekt, P., Järvinen, R., Aromaa, A., and Reunanen, A. (2003) Whole-grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes. *The American journal of clinical nutrition* 77, 622–629.
- (17) Tappy, L., Gugolz, E., and Wursch, P. (1996) Effects of Breakfast Cereals Containing Plasma Glucose and Insulin Responses in. *Diabetes Care* 19, 831–834.
- (18) Risérus, U., Willett, W. C., and Hu, F. B. (2009) Dietary fats and prevention of type 2 diabetes. *Progress in Lipid Research* 48, 44–51.
- (19) Harris, W. S. (2007) Expert Opinion: Omega-3 Fatty Acids and Bleeding—Cause for Concern? *The*

*American Journal of Cardiology* 99, 44C–46C.

- (20) Lee, J. H., O’Keefe, J. H., Lavie, C. J., Marchioli, R., and Harris, W. S. (2008) Omega-3 fatty acids for cardioprotection. *Mayo Clinic proceedings* 83, 324–32.
- (21) Rahimi, R., Nikfar, S., Larijani, B., and Abdollahi, M. (2005) A review on the role of antioxidants in the management of diabetes and its complications. *Biomedicine & pharmacotherapy* 59, 365–373.
- (22) Middleton Jr., E., Kandaswami, C., and Theoharides, T. C. (2000) The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharmacological Reviews* 52, 673–751.
- (23) Balasundram, N., Sundram, K., and Samman, S. (2006) Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. *Food Chemistry* 99, 191–203.
- (24) Martini, L. A., Catania, A. S., and Ferreira, S. R. G. (2010) Role of vitamins and minerals in prevention and management of type 2 diabetes mellitus. *Nutrition Reviews* 68, 341–354.
- (25) Hasanain, B., and Mooradian, A. D. (2002) Antioxidant vitamins and their influence in diabetes mellitus. *Current Diabetes Reports* 2, 448–456.
- (26) Garcia-Bailo, B., El-Soheemy, A., Haddad, P. S., Arora, P., Benzaied, F., Karmali, M., and Badawi, A. (2011) Vitamins D, C, and E in the prevention of type 2 diabetes mellitus: modulation of inflammation and oxidative stress. *Biologics : targets & therapy* 5, 7–19.
- (27) Fardoun, R. Z. (2007) The use of vitamin E in type 2 diabetes mellitus. *Clinical and Experimental Hypertension* 29, 135–148.
- (28) Jiang, Q., Christen, S., Shigenaga, M. K., and Ames, B. N. (2001) Gama-Tocopherol, the major form of vitamin E in the US diet, deserves more attention. *American Journal of Clinical Nutrition* 74, 714–722.
- (29) Nagpal, S., Na, S., and Rathnachalam, R. (2005) Noncalcemic actions of vitamin D receptor ligands. *Endocrine Reviews* 26, 662–687.
- (30) Gregori, S., Giarratana, N., Smirollo, S., Uskokovic, M., and Adorini, L. (2002) A 1 $\alpha$ ,25-Dihydroxyvitamin D<sub>3</sub> Analog Enhances Regulatory T-Cells and Arrests Autoimmune Diabetes in NOD Mice. *Diabetes* 51, 1367–1374.
- (31) Palomer, X., Gonzalez-Clemente, J. M., Blanco-Vaca F., and D., M. (2008) Role of vitamin D in the pathogenesis of type 2 diabetes mellitus. *Diabetes, obesity & metabolism* 10, 185 – 197.
- (32) Danescu, L. G., Levy, S., and Levy, J. (2009) Vitamin D and diabetes mellitus. *Endocrine* 35, 11–17.
- (33) Pechova, A., and Pavlata, L. (2007) Chromium as an essential nutrient: A review. *Veterinarni Medicina* 52, 1–18.
- (34) Mertz, W. (1993) Chromium in human nutrition: a review. *The Journal of nutrition* 123, 626–33.
- (35) Jansen, J., Karges, W., and Rink, L. (2009) Zinc and diabetes - clinical links and molecular mechanisms. *Journal of Nutritional Biochemistry* 20, 399–417.
- (36) Bao, B., Prasad, A. S., Beck, F. W. J., and Godmere, M. (2003) Zinc modulates mRNA levels of cytokines. *American journal of physiology. Endocrinology and metabolism* 285, E1095–102.
- (37) Kinlaw, W. B., Levine, A. S., Morley, J. E., Silvis, S. E., and McClain, C. J. (1983) Abnormal zinc metabolism in type II diabetes mellitus. *The American Journal of Medicine* 75, 273–277.

- (38) Huber, a M., and Gershoff, S. N. (1973) Effect of zinc deficiency in rats on insulin release from the pancreas. *The Journal of nutrition* 103, 1739–44.
- (39) Guerrero-Romero, F., and Rodríguez-Morán, M. (2005) Complementary therapies for diabetes: The case for chromium, magnesium, and antioxidants. *Archives of Medical Research* 36, 250–257.
- (40) He, K., Liu, K., Daviglus, M. L., Morris, S. J., Loria, C. M., Van Horn, L., Jacobs, D. R., and Savage, P. J. (2006) Magnesium intake and incidence of metabolic syndrome among young adults. *Circulation* 113, 1675–1682.
- (41) Lopez-Ridaura, R., Willett, W., Rimm, E., Liu, S., Stampfer, M., Manson, J., and Hu, F. (2004) Magnesium Intake and Risk of Type 2 Diabetes in Men and Women. *Diabetes Care* 27, 134–140.
- (42) Barbagallo, M., Dominguez, L. J., Galioto, A., Ferlisi, A., Cani, C., Malfa, L., Pineo, A., Busardo', A., and Paolisso, G. (2003) Role of magnesium in insulin action, diabetes and cardio-metabolic syndrome X. *Molecular Aspects of Medicine* 24, 39–52.
- (43) Pepino, Y. M., and Bourne, C. (2011) Nonnutritive sweeteners, energy balance and glucose homeostasis. *Current opinion in clinical nutrition and metabolic care* 14, 391–395.
- (44) Malik, V. S., and Hu, F. B. (2012) Sweeteners and risk of obesity and type 2 diabetes: The role of sugar-sweetened beverages. *Current Diabetes Reports* 12, 195–203.
- (45) Jenkins, D. J. A., Kendall, C. W. C., Augustin, L. S. A., Franceschi, S., Hamidi, M., Marchie, A., Jenkins, A. L., and Axelsen, M. (2002) Glycemic index: Overview of implications in health and disease. *American Society for Clinical Nutrition* 76, 2665–2735.
- (46) Chattopadhyay, S., Raychaudhuri, U., and Chakraborty, R. (2014) Artificial sweeteners - a review. *Journal of food science and technology* 51, 611–21.
- (47) Wiebe, N., Padwal, R., Field, C., Marks, S., Jacobs, R., and Tonelli, M. (2011) A systematic review on the effect of sweeteners on glycemic response and clinically relevant outcomes. *BMC Medicine* 9, 123–141.
- (48) Zumbé, a, Lee, A., and Storey, D. (2001) Polyols in confectionery: the route to sugar-free, reduced sugar and reduced calorie confectionery. *The British journal of nutrition* 85 Suppl 1, S31–S45.
- (49) M. Kroger, K. Meister, R. Kava. (2006) low calorie sweeteners and other suger substitutes : A review of the safty issues. *Food science* 35, 35–47.
- (50) Wolever, T. M. S., Piekarz, A., Hollands, M., and Younker, K. (2002) Sugar alcohols and diabetes: A review. *Canadian Journal of Diabetes* 26, 356–362.
- (51) Franz, M. J., Bantle, J. P., Beebe, C. A., Brunzell, J. D., Chiasson, J.-L., Garg, A., Holzmeister, L. A., Hoogwerf, B., Mayer-Davis, E., Mooradian, A. D., Purnell, J. Q., and Wheeler, M. (2002) Evidence-based nutrition principles and recommendations for the treatment and prevention of diabetes. *Diabetes Care* 25, 148–198.
- (52) Wheeler, M. L., Fineberg, S. E., Gibson, R., and Fineberg, N. (1990) Metabolic response to oral challenge of hydrogenated starch hydrolysate versus glucose in diabetes. *Diabetes Care* 13, 733–740.
- (53) Shankar, P., Ahuja, S., and Sriram, K. (2013) Non-nutritive sweeteners: Review and update. *Nutrition* 29, 1293–1299.
- (54) Dills, W. L. (1989) Sugar alcohols as bulk sweeteners. *Annual review of nutrition* 9, 161–86.
- (55) Munro, I. C., Bernt, W. O., Borzelleca, J. F., Flamm, G., Lynch, B. S., Kennepohl, E., B??r, E. A., and

- Modderman, J. (1998) Erythritol: An interpretive summary of biochemical, metabolic, toxicological and clinical data. *Food and Chemical Toxicology* 36, 1139–1174.
- (56) Vernia, P., Frandina, C., Bilotta, T., Ricciardi, M. R., Villotti, G., and Fallucca, F. (1995) Sorbitol malabsorption and nonspecific abdominal symptoms in type II diabetes. *Metabolism* 44, 796–799.
- (57) Kalbermatten, N., Ravussin, E., Maeder, E., Geser, C., Jéquier, E., and Felber, J. (1980) Comparison of Glucose, Fructose, Sorbitol, and Xylitol Utilization in Humans During Insulin Suppression. *Metabolism* 29, 62–67.
- (58) Akgun, S., and Ertel, N. (1980) A Comparison of Carbohydrate Metabolism After Sucrose, Sorbitol, and Fructose Meals in Normal and Diabetic Subjects. *Diabetes Care* 3, 582–585.
- (59) Natah, S., Hussien, K., Tuominen, J., and Koivisto, V. (1997) Metabolic response to lactitol and xylitol in healthy men. *American Journal of Clinical Nutrition* 65, 947–9501.
- (60) Islam, M. S. (2011) Effects of xylitol as a sugar substitute on diabetes-related parameters in nondiabetic rats. *Journal of medicinal food* 14, 505–11.
- (61) Felber, J. P., Tappy, L., Vouillamoz, D., Randin, J. P., and Jaquier, E. (1987) Comparative study of maltitol and sucrose by means of continuous indirect calorimetry. *JPEN Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 11, 250–254.
- (62) Secchi, A., Pontiroli, A. E., Cammelli, L., Bizzi, A., Cini, M., and Pozza, G. (1986) Effects of oral administration of maltitol on plasma glucose, plasma sorbitol, and serum insulin levels in man. *Klinische Wochenschrift* 64, 265–269.
- (63) Gardner, C., Wylie-Rosett, J., Gidding, S. S., Steffen, L. M., Johnson, R. K., Reader, D., and Lichtenstein, A. H. (2012) Nonnutritive Sweeteners: Current Use and Health Perspectives. *Diabetes Care* 35, 1798–1808.
- (64) Mattes, R. D., and Popkin, B. M. (2009) Nonnutritive sweetener consumption in humans: Effects on appetite and food intake and their putative mechanisms. *American Journal of Clinical Nutrition* 89, 1–14.
- (65) Pepino, M. Y. (2015) Metabolic effects of non-nutritive sweeteners. *Physiology & Behavior* 152, 450–455.
- (66) Renwick, A. G. (2006) The intake of intense sweeteners - an update review. *Food additives and contaminants* 23, 327–38.
- (67) Baran, E. J., and Yilmaz, V. T. (2006) Metal complexes of saccharin. *Coordination Chemistry Reviews* 250, 1980–1999.
- (68) Anderson, R. L. (1988) An Hypothesis of the Mechanism of Urinary Bladder Tumorigenesis in Rats Ingesting Sodium Saccharin. *Food and Chemical Toxicology* 26, 637–644.
- (69) Howe, G., Burch, J., Miller, A., Morrison, B., Gordon, P., Weldon, L., Chambers, L., Fodor, G., and Winsor, G. (1977) Artificial Sweeteners and Human Bladder Cancer. *The Lancet* 17, 578–581.
- (70) Gallus, S., Scotti, L., Negri, E., Talamini, R., Franceschi, S., Montella, M., Giacosa, A., Dal Maso, L., and La Vecchia, C. (2007) Artificial sweeteners and cancer risk in a network of case-control studies. *Annals of Oncology* 18, 40–44.
- (71) Brown, R. J., de Banate, M. A., and Rother, K. I. (2010) Artificial sweeteners: a systematic review of metabolic effects in youth. *International journal of pediatric obesity : IJPO : an official journal of the International Association for the Study of Obesity* 5, 305–12.

- (72) Ibrahim, O. (2015) High intensity sweeteners chemical structure, properties and applications. *Natural Science and Discovery 1*, 88–94.
- (73) Knight, I. (1994) The development and applications of sucralose, a new high-intensity sweetener. *Canadian journal of physiology and pharmacology 72*, 435–439.
- (74) Bowen, W. H., Young, D. A., and Pearson, S. K. (1990) The Effects of Sucralose on Coronal and Root-surface Caries. *Journal of Dental Research 69*, 1485–1487.
- (75) Ma, J., Chang, J., Checklin, H. L., Young, R. L., Jones, K. L., Horowitz, M., and Rayner, C. K. (2010) Effect of the artificial sweetener, sucralose, on small intestinal glucose absorption in healthy human subjects. *The British journal of nutrition 104*, 803–806.
- (76) Ma, J., Bellon, M., Wishart, J. M., Young, R., Blackshaw, L. A., Jones, K. L., Horowitz, M., and Rayner, C. K. (2009) Effect of the artificial sweetener, sucralose, on gastric emptying and incretin hormone release in healthy subjects. *American journal of physiology. Gastrointestinal and liver physiology 296*, G735–9.
- (77) Patel, R. M., Sarma, R., and Grimsley, E. (2006) Popular sweetner sucralose as a migraine trigger. *Headache 46*, 1303–1304.
- (78) Bigal, M. E., and Krymchantowski, A. V. (2006) Migraine Triggered by Sucralose - A Case Report. *Headache 46*, 515–517.
- (79) Qin, X. (2011) What made Canada become a country with the highest incidence of inflammatory bowel disease: Could sucralose be the culprit? *Canadian Journal of Gastroenterology 25*, 511.
- (80) Magnuson, B. a., Burdock, G. a., Doull, J., Kroes, R. M., Marsh, G. M., Pariza, M. W., Spencer, P. S., Waddell, W. J., Walker, R., and Williams, G. M. (2007) Aspartame: A safety evaluation based on current use levels, regulations, and toxicological and epidemiological studies. *Critical Reviews in Toxicology 37*, 629–727.
- (81) Anton, S. D., Martin, C. K., Han, H., Coulon, S., Cefalu, W. T., Geiselman, P., and Williamson, D. A. (2010) Effects of stevia, aspartame, and sucrose on food intake, satiety, and postprandial glucose and insulin levels. *Appetite 55*, 37–43.
- (82) Trocho, C., Pardo, R., Rafecas, I., Virgili, J., Remesar, X., Fernández-López, J. A., and Alemany, M. (1998) Formaldehyde derived from dietary aspartame binds to tissue components in vivo. *Life Sciences 63*, 337–349.
- (83) George, V., Arora, S., Wadhwa, B. K., and Singh, A. K. (2010) Analysis of multiple sweeteners and their degradation products in lassi by HPLC and HPTLC plates. *Journal of Food Science and Technology 47*, 408–413.
- (84) Stegink, L. D., Brummel, M. C., McMartin, K., Martin-Amat, G., Filer, L. J., Baker, G. L., and Tephly, T. R. (1981) Blood methanol concentrations in normal adult subjects administered abuse doses of aspartame. *Journal of toxicology and environmental health 7*, 281–90.
- (85) Stegink, L. D., Filer Jr., L. J., and Baker, G. L. (1981) Plasma and erythrocyte concentrations of free amino acids in adult humans administered abuse doses of aspartame. *Journal of Toxicology & Environmental Health 7*, 291–305.
- (86) Leon, A. S., Donald, B., Bell, C., Rassin, D. K., and Tephly, T. R. (1989) Safety of Long-term Large Doses of Aspartame. *Archives of Internal Medicine 149*, 2318–2324.



- (87) Tollefson, L. (1988) Monitoring adverse reactions to food additives in the U.S. Food and Drug Administration. *Regulatory Toxicology & Pharmacology* 8, 438–446.
- (88) Garriga, M. M., Berkebile, C., and Metcalfe, D. D. (1991) Study To Determine the Reproducibility of Hypersensitivity Reactions To Aspartame. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 87, 821–827.
- (89) Geha, R., Buckley, C. E., Greenberger, P., Patterson, R., Polmar, S., Saxon, A., Rohr, A., Yang, W., and Drouin, M. (1993) Aspartame is no more likely than placebo to cause urticaria/angioedema: Results of a multicenter, randomized, double-blind, placebo-controlled, crossover study. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* 92, 499–506.
- (90) Huff, J., and LaDou, J. (2007) Aspartame bioassay findings portend human cancer hazards. *International Journal of Occupational and Environmental Health* 13, 446–448.
- (91) Rathjen, S. (2006) Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology. *Blackwell Publishing Ltd*.
- (92) Horne, J., Lawless, H. T., Speirs, W., and Sposato, D. (2002) Bitter taste of saccharin and acesulfame-K. *Chemical senses* 27, 31–38.
- (93) Lino, C. M., Costa, I. M., Pena, A., Ferreira, R., and Cardoso, S. M. (2008) Estimated intake of the sweeteners, acesulfame-K and aspartame, from soft drinks, soft drinks based on mineral waters and nectars for a group of Portuguese teenage students. *Food additives & contaminants* 25, 1291–1296.
- (94) Nofre, C., Tinti, J., Thomas, C. A., Lyon, F.-, Thomas, C. A., and Lyon, F.-. (2000) Neotame : discovery , properties , utility. *Food Chemistry* 69, 245–257.
- (95) Bopp, B. A., Sonders, R. C., and Kesterson, J. W. (1986) Toxicological aspects of cyclamate and cyclohexylamine. *Critical Reviews in Toxicology* 16, 213–306.
- (96) Comission, E. (2000) Revised Opinion on Cyclamic Acid and its Sodium and Calcium Salts.
- (97) Roberts, A., Renwick, A. G., Ford, G., Creasy, D. M., and Gaunt, I. (1989) The metabolism and testicular toxicity of cyclohexylamine in rats and mice during chronic dietary administration. *Toxicology and Applied Pharmacology* 98, 216–229.
- (98) Serra-Majem, L., Bassas, L., García-Glosas, R., Ribas, L., Inglés, C., Casals, I., Saavedra, P., and Renwick, a G. (2003) Cyclamate intake and cyclohexylamine excretion are not related to male fertility in humans. *Food additives and contaminants* 20, 1097–104.
- (99) FAO. (2004) Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives.
- (100) Kochhar, A., Dhindsa, S., and Sachdeva, R. (2008) Effect of Stevia Leaf (*Stevia rebaudiana*) Powder Supplementation and Nutrition Counselling on Anthropometric Parameters and Gain in Knowledge of the Subjects. *Studies on Ethno-Medicine* 2, 107–113.
- (101) Madan, S., Ahmad, S., Singh, G. N., Kohli, K., Kumar, Y., Singh, R., and Garg, M. (2010) Stevia rebaudiana (Bert.) Bertonni - A Review. *Indian Journal of Natural Products and Resources* 1, 267–286.
- (102) Comission, E., and Committee, S. (1999) Scientific Committee on Food: Opinion on Stevioside as a Sweetener.
- (103) Europeia, P. E. C. da U. (2006) Regulamento (CE) N.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho de 20 de Dezembro de 2006. *Jornal Oficial da União Europeia*.
- (104) Parlamento Europeu; Conselho da União Europeia. (2011) Regulamento (UE) N.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de Outubro de 2011. *Jornal Oficial da União Europeia*.

- (105) Comunidade Europeia. (1994) Directiva 94/35/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 30 de Junho de 1994, relativa aos edulcorantes para utilização nos géneros alimentares. *Jornal Oficial nº L 237 de 10/09/1994*.
- (106) Cavalcante, R. S., and da Silva, C. E. M. (2015) Effects of sucrose reduction on the structural characteristics of sponge cake. *Revista Ciencia Agronomica* 46, 718–723.
- (107) Ghosh, S., and Sudha, M. L. (2012) A review on polyols: new frontiers for health-based bakery products. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 63, 372–379.
- (108) Lakshminarayan, S. M., Rathinam, V., and KrishnaRau, L. (2006) Effect of maltodextrin and emulsifiers on the viscosity of cake batter and on the quality of cakes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86, 706–712.
- (109) Perry, P. A., and Donald, A. M. (2002) The effect of sugars on the gelatinisation of starch. *Carbohydrate Polymers* 49, 155–165.
- (110) Mizukoshi, M., Maeda, H., and Amano, H. (1980) Model Studies of Cake Baking. II. Expansion and Heat Set of Cake Batter during Baking. *Cereal Chemistry* 57, 352–355.
- (111) Ronda, F., Gómez, M., Blanco, C. A., and Caballero, P. A. (2005) Effects of polyols and nondigestible oligosaccharides on the quality of sugar-free sponge cakes. *Food Chemistry* 90, 549–555.
- (112) Psimouli, V., and Oreopoulou, V. (2012) The effect of alternative sweeteners on batter rheology and cake properties. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 92, 99–105.
- (113) Heenan, S. P., DufourJ.-P., J. P., Hamid, N., Harvey, W., and Delahunty, C. M. (2010) The influence of ingredients and time from baking on sensory quality and consumer freshness perceptions in a baked model cake system. *LWT - Food Science and Technology* 43, 1032–1041.
- (114) Martins, S. I. F. S., Jongen, W. M. F., and Van Boekel, M. A. J. S. (2000) A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in Food Science and Technology* 11, 364–373.
- (115) Santos, M., Correia, C., Cunha, I., Saraiva, M., and Novais, M. (2015) Valores Guia para a avaliação da qualidade microbiológica de alimentos prontos a comer preparados em estabelecimentos de restauração (Rof64).
- (116) Alves, P., Baptista, P., Pinheiro, G. (2003) Sistemas de Gestão de Segurança Alimentar.
- (117) Melorose, J., Perroy, R., and Careas, S. (2006) Codex Alimentarius: Higiene dos Alimentos Textos Básicos. *Statewide Agricultural Land Use Baseline 2015*.
- (118) Rose, D. J., Williams, E., Mkandawire, N. L., Weller, C. L., and Jackson, D. S. (2014) Dairy Science and Technology.
- (119) Hagiwara, T., and Hartel, R. W. (1996) Effect of Sweetener, Stabilizer, and Storage Temperature on Ice Recrystallization in Ice Cream. *Journal of Dairy Science* 79, 735–744.
- (120) Kilara, A., and Chandan, R. C. (2009) Ice Cream and Frozen Desserts. *Dairy Processing and Quality Assurance*.
- (121) Lee, H., Stokols, J., Palchak, T., and Bordi, P. (2005) Effect of polyols versus sugar on the shelf life of vanilla ice cream. *Foodservice Research International* 16, 44–52.
- (122) Bordi, P., Cranage, D., Stokols, J., Palchak, T., and Powell, L. (2004) Effect polyols versus sugar on the acceptability of ice cream among a student and adult population. *Foodservice Research International* 15,

41–50.

(123) Goff, H. D. (1997) Colloidal aspects of ice cream-A Review. *International dairy journal* 7, 363–373.

(124) Roland, A. M., Phillips, L. G., and Boor, K. J. (1999) Effects of Fat Replacers on the Sensory Properties, Color, Melting, and Hardness of Ice Cream. *Journal of Dairy Science* 82, 2094–2100.

(125) Muse, M. R., and Hartel, R. W. (2004) Ice Cream Structural Elements that Affect Melting Rate and Hardness. *Journal of Dairy Science* 87, 1–10.

## Anexos

### Anexo 1 – Ficha de Inovação do Pão-de-ló sem açúcar

<b>Identificação do produto a desenvolver:</b>  Pão-de-ló com Maltitol	<b>N.º</b>	<b>Projeto:</b> F028
	<b>Data início:</b>	02/11/2015
	<b>Data fim:</b>	

**Sectores envolvidos**  
 Qualidade ☒ Produção ☒ Comercial ☒ Marketing ☒ Outros ☐

**Objetivos:**  
 Produzir pão-de-ló sem açúcar destinado para o consumo por diabeticos

**Requisitos funcionais e de desempenho** (Anexar ou identificar, se necessário, documentos que determinem especificações e requisitos do produto):  
  
**Não pode conter açúcar prejudiciais para os diabéticos; monetariamente funcional; validade forma e textura semelhante ao pão-de-ló já produzido;**

**Requisitos estatutários e regulamentares aplicáveis** (Anexar ou identificar, se necessário, documentos que determinem requisitos normativos, estatutários, de controlo, qualidade, produção ou outros, específicos do produto):

**Normas e/ou estatutos internos ou externos:**  
*Regulamento (CE) N.º 1924/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho; Regulamento (EU) N.º 1169/2011 do Parlamento Europeu e do Conselho.*

<b>Requisitos Internos (procedimentos, ITs):</b>	<b>Requisitos externos/ do cliente (caderno encargos):</b>

Equipa de trabalho		Observações	Validação (Ger)
Nome	Setor		
Ana Cristina Fonseca	Produção		
Rui Almeida	Gerência		
Ana Belo	Qualidade		
Flávia Morais	Estagiária		

**CRONOGRAMA/ ETAPAS**

N.º	Etapas	Resp.	Semanas						Verificações (data/ Rúbrica)
			45	47	48				
1	Descrição prévia produto	GR	x						

2	Identificação de requisitos e recolha de informação	GR /GQ	x						
3	Ident. necessidades de RH, materiais, serv. Externos	DP / RH	x						
4	Necessidade de qualificação de fornecedores	DP / RH	x						
5	Ident. Necessidades formação	DP / RH	x						
6	Análises, testes e ensaios	GQ		x					
7	Apreciação/ provas organoléticas	GQ		x	x				
8	Aprovação do cliente (provas, quando aplicável)	N.A							
9	Doc. p/ produção, qualidade e HACCP	GQ							
10	Aprovação Final p/ comercialização	GR							

No final de cada etapa, o seu responsável efectua uma verificação, para comprovar que o projecto está a ser cumprido de acordo com os objectivos e requisitos iniciais

## Relatório de acompanhamento de Inovação de produto

<b>Identificação do produto:</b>	Pão-de-ló Sem açúcar
<b>Objetivos:</b>	Produzir Pão-de-ló sem açúcardestinado ao consumo por diabéticos.
<b>Identificação de requisitos e recolha de informação:</b>	Folha de rastreabilidade; Formação dos colaboradores.
<b>Necessidade de qualificação de fornecedores:</b>	Apenas necessária qualificação de fornecedores para uma matéria-prima nova: maltitol
<b>Necessidade de formação:</b>	É necessário haver formação dos colaboradores de modo a informar sobre a importância do produto não poder conter açúcar. Para além disso, também é necessário no sentido de que o maltitol é um açúcar alcoólico e por isso apresenta efeitos laxativos. Neste sentido os colaboradores devem ser sensibilizados em relação às quantidades permitidas.
<b>Análises testes e ensaios:</b>	Primeiro ensaio realizado a 16-11-2015, no qual se obteve o pão-de-ló com bom aspeto, textura e cozimento. Este apenas se encontrava

	mais claro que o normal, sendo esta uma consequencia da utilizaçao do maltitol. A receita foi repetida no dia 16-01-2016 obtendo-se os mesmos resultados.
	<b><u>Análises Sensoriais</u></b>
<b>Datas:</b>	<b>Apreciação</b>
17/11/2015	Estava bom de sabor, textura e aspeto. Apenas se encontravam com uma cor mais clara sendo esta uma consequência do maltitol.
23/11/2015	Em termos de aspeto estava bom, num dos que se provou notou-se o sal. Este problema pode ser derivado de a massa não estar bem misturada.
25/11/2015	Estava bom em termos de aspeto e sabor.
26/11/2015	Passados os 10 dias (validade) continua bom.
01/12/2015	Passados 15 dias o pão-de-ló ainda se encontra em bom estado.
14/01/2016	Nova fornada de pão-de-ló apresenta bom aspeto, sabor e textura.
21/01/2016	Pão-de-ló está saboroso e com uma boa textura
	<b><u>Análises microbiológicas / nutricionais</u></b>
<b>Datas</b>	<b>Resultados por 100g</b>
03/02/2016	Energia - 1387kJ/331kcal
	Lípidos - 15,2g
	Lípidos saturados - 5,3g
	Hidratos de Carbono - 36,9g
	Açúcares - <0,1g
	Fibras - 0,9g
	Proteínas - 12,1g
	Sal - 0,310g
03/02/2016	<i>Salmonella</i> - Negativo em 25g
	Bolores - $1 \times 10^1$ UFC/g
	Leveduras - $1 \times 10^1$ UFC/g
	Bolores e Leveduras - $1 \times 10^1$ UFC/g
	Coliformes - $<1 \times 10^1$ UFC/g
	<i>Staphylococcus coagulase positiva</i> - $<1 \times 10^2$ UFC/g
	<i>Echerichia coli</i> - $<1 \times 10^1$ UFC/g
	Microorganismos a 30°C - $2,0 \times 10^1$ UFC/g
	<i>Listeria monocytogenes</i> - Negativo em 25 gramas
<b><u>Conclusões e Sugestões:</u></b>	O objetivo principal foi atingido, sendo que o produto não apresenta açúcares. Qualificação dos fornecedores necessária apenas para o caso do maltitol. É importante a sensibilização dos funcionários para o produto, de modo a não conter açúcar e estarem consciencializados dos efeitos secundários. As análises microbiológicas garantem que o produto pode manter a mesma validade do original (10dias)

## Anexo 2 – Ficha Técnica do Pão-de-ló sem açúcar

Identificação do Produto	
<b>Nome do Produto:</b> Pão de Ló Húmido com Maltitol 2Un	
<b>Descrição do Produto:</b> Bolo regional húmido à base de ovos, aspeto fofo e em tamanho pequeno.	
<b>Utilização:</b> Pronto a consumir.	
<b>Consumidor alvo:</b> Diabéticos e indivíduos com uma dieta com restrição de açúcares.	
<b>Condições de conservação:</b> Conservar entre 0-15°C.	
<b>Prazo de validade:</b> 10 dias.	
Ingredientes	
Ovos, maltitol, farinha de trigo, sal.	
Alergéneos	
Trigo e Ovos. Pode conter vestígios de leite e frutos de casca rija. Maltitol quando consumido em grandes quantidades pode apresentar um efeito laxativo.	
Características Físicas	
Formato: redondo (bolo)	
Dimensões: Diâmetro – 10cm; Altura – 7cm	
Peso Unitário : ≈ 75g	
Características Organolépticas	
<b>Cor</b> – Creme	
<b>Aspetto</b> – Fofo	
<b>Odor</b> – Característico	
<b>Sabor</b> – Ovo	
Organismos Geneticamente Modificados	
Ausência de OGM's.	
Rastreabilidade	
O lote tem o seguinte sistema de codificação: <b>PLD34516</b>	

**PLD** corresponde ao código do produto.

**3** corresponde ao dia da semana (1- segunda-feira, 2-terça-feira, 3- quarta-feira, 4–quinta-feira, 5-sexta-feira).

**45** corresponde à semana do ano em questão.

**16** corresponde ao ano corrente.

#### **Caracterização Microbiológica do Produto\***

Microorganismos a 30 °C: < 100 000 UFC/g

Coliformes Totais a 30 °C: < 1 000 UFC/g

*Escherichia coli*: < 10 UFC/g

*Salmonella*: Negativo em 25g

Bolores e Leveduras: < 500 UFC/g

*Listeria Monocytogenes*: Negativo em 25g

#### **Caracterização Físico-química do Produto (100g)**

Energia: 1387 kJ/331kcal

Fibras Alimentares: 0,9

Lípidos: 15,5

Proteínas: 12,1

Dos quais saturados: 5,3

Sal: 0,310

Hidratos de carbono: 36,9

Dos quais açúcares: <0,1

#### **Descrição da Embalagem / Código de Barras**

Cuvete de plástico (2Un)

#### **Caracterização das embalagens**

	<b>Embalagem primária</b>	<b>Embalagem secundária</b>
Tipo de embalagem	Cuvete	Caixa
Tipo de material de embalagem	Plástico	Cartão
Peso do material de embalagem	30g	300g



Dimensões da embalagem (Comp x Larg x Alt)	21 x 15 x 8cm	43 x 31 x 16cm
N.º de Unidades	2	8
Peso Líquido Escorrido	150g	
Peso Bruto	170g	
Paletização		
Unidade de Compra	8	4
Unidades / Palete	480	480
Caixas / Palete	60	120
Níveis / Palete	10	10
Caixas / Nível	6	12

<b>Menções de Rotulagem</b>
Designação da Empresa (Morada; Telefone; Fax; Email; site); Designação do Produto; Lista de Ingredientes; Conservar entre; Lote; Validade; Consumir até; Peso Líquido; N.º Controlo Veterinário; Símbolo Ponto verde/Reciclagem; Segurança da embalagem alimentar; Alergénios

### Anexo 3 – Identificação dos Pontos Críticos de Controlo associados ao Pão-de-ló sem açúcar

<b>Etapa / Sub-Etapa</b>	<b>Perigo</b>	<b>Medidas de Controlo</b>	<b>Q 1</b>	<b>Q 2</b>	<b>Q 3</b>	<b>Q 4</b>	<b>PCC</b>	<b>Notas</b>
<b><u>RECEPÇÃO REFRIGERADOS (OVOPRODUTOS)</u></b>	<b>B</b> Multiplicação de flora bacteriana por abuso de temperatura no transporte ou deficientes práticas do produtor	Qualificação e avaliação de fornecedores Controlo da documentação da origem e do veículo Controlos de receção sobre especificações das matérias-primas	S	N	S	S		
<b><u>ARMAZENAMENTO DE MP (Refrigerados) (OVOPRODUTOS)</u></b>	<b>B</b> Contaminação cruzada em câmara entre embalagens encetadas, por más práticas de armazenamento ou ruptura de embalagens	Cumprimento das regras de armazenamento Controlo da	S	N	N			
	<b>B</b> Aumento da carga microbiana genérica por quebra na rede de frio, oscilações de temperatura, ou sobrecarga das câmaras	Cumprimento do Plano de Manutenção e Verificação de Equipamentos	S	S			<b>PCC 1</b>	
<b><u>PREPARAÇÕES E MISTURAS</u></b>	<b>B</b> Recontaminação microbiológica com origem nos operadores ou de flora aeróbia inespecífica nos utensílios e equipamentos onde se dão as etapas	Cumprimento das Práticas de Higiene Pessoal e Conduta Cumprimento do plano de higienização	S	N	N			
	<b>B</b> Contaminação ambiente com esporos de bolores	Cumprimento das Práticas de Higiene Pessoal e Conduta Controlo da qualidade do ar	S	N	N			
<b><u>COZIMENTO</u></b>	<b>B</b> Sobrevivência de microrganismos patogénicos pré-existentes por incumprimento dos parâmetros de tratamento térmico	Formação e treino do pessoal relativamente ao receituário e à validação das características visuais do produto conforme Cumprimento das Práticas de Higiene Pessoal e Conduta	S	S			<b>PCC2</b>	<i>Etapa inerente à obtenção do produto, mas que incorpora risco</i>
<b><u>PÓS-TRATAMENTO TÉRMICO</u></b>	<b>B</b> Recontaminação com esporos de bolores de origem ambiente	Cumprimento das Práticas de Higiene Pessoal e Conduta Cumprimento das Práticas de Higiene de Instalações Controlo da qualidade do ar	S	N	N			

## Anexo 4 – Plano HACCP

Estabelecimento de limites críticos, monitorização e ações corretivas: Pão-de-ló sem açúcar									
Etapa / Sub-Etapa	Nº PC	Perigos	Medidas de Controlo	Limite (PC)	Monitorização / Vigilância			Documentos Registos	Resp.
					Método	Frequência	Resp.		
Armazenamento de matérias-Primas Refrigeradas	PC 1	Contaminação cruzada em câmara entre embalagens encetadas, por más práticas de armazenamento ou rutura de embalagens Aumento da carga microbiana genérica por quebra na rede de frio, oscilações de temperatura, ou sobrecarga das câmaras	Cumprimento das regras de armazenamento Cumprimento do Plano de Manutenção e Verificação de Equipamentos Controlo da temperatura da rede de frio - Conformidade de leitura da temperatura do ar entre 0ºC e 5ºC - Alarme disparado a temperatura> 8ºC por tempo superior a 1h30	10ºC na temperatura do ar da câmara por tempo superior a 4 horas	Leitura do registo Informático das Sondas ( <i>Captemp</i> ) Resposta ao alarme do sistema com avaliação de produto	Contínua	MQ/GQ	Registo de Ocorrências Ficheiros <i>Montemp</i>	GQ
						Controlo microbiológico de produto final	GQ	Boletins Laboratoriais	
Cozimento	PC 2	Sobrevivência de microorganismos patogénicos pré-existentes por incumprimento dos parâmetros de tratamento térmico	Formação e treino do pessoal relativamente à validação das características visuais do produto conforme Controlo de Processo	(Critérios laboratoriais definidos em ficha técnica de produto) Níveis de aceitação: <i>Salmonella</i> ausente em 25g <i>Listeria monocytogenes</i> ausente em 25g <i>E.coli</i> <10 <sup>2</sup> UFC/g	Controlo visual das características organolépticas e visuais do produto, com apoio de IT Controlo das cozeduras de massas em programas de forno segundo IT assegurando tratamentos acima de 70ºC no produto	Por lote, permanente	Operadores no local DP	Registo de Ocorrências	GQ
						De acordo com PL 02	GQ	Registo de Rastreabilidade do Sector em causa	
						Aleatórios por lote	MQ/GQ	Boletins Laboratoriais Estudos internos de validação de características visuais	MQ/GQ